

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme du Master académique en biologie
Spécialité : Biologie et contrôle des populations d'insectes

THÈME :

Action biocide de trois huiles végétales sur les
paramètres biologiques de *Callosobruchus maculatus*
(Coleoptera : Bruchidae)

Réalisé par : **BEN BELKACEM Youcef**

Dirigé par : M^{me} AIT AIDER F.

Membres du jury :

Président : M^{me} AOUAR M. Professeur (U.M.M.T.O)

Examinatrice : M^{elle} Kheloul L. Maître de conférences B (U.M.M.T.O)

Année Universitaire : 2020 – 2021

REMERCIEMENTS

Mes vifs remerciements vont à mon enseignante et ma promotrice M^{me} AIT AIDER F. d'avoir bien voulu me diriger et de m'avoir accordé sa confiance et permis de réaliser ce travail de recherche dans le laboratoire d'entomologie appliquée, mes remerciements pour sa disponibilité, son assistance, ses conseils pertinents et ses recommandations continues.

Mes remerciements s'adressent également à M^r GRAICHE F. pour son aide dans l'analyse statistique des données, et ses conseils.

Mes remerciements vont aussi au Professeur AOUAR M. exerçant à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomique de l'université MOULOUD MAMMARI, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Je remercie également M^{elle} KHELOUL L. Maitre de conférences à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements les plus sincères et les plus chaleureux vont également à tous mes enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et au personnel de laboratoire d'entomologie appliquée.

Liste des figures	Page
Figure 1 : Plante de <i>V. unguiculata</i>	7
Figure 2 : Gousses de <i>V. unguiculata</i>	7
Figure 3 : Grains de <i>V. unguiculata</i>	8
Figure 4 : Œufs de <i>C. maculatus</i> pondus sur une graine de <i>V. unguiculata</i>	11
Figure 5 : Larves de <i>C. maculatus</i>	11
Figure 6 : Nymphe de <i>C. maculatus</i>	12
Figure 7 : Adultes de <i>Callosobruchus maculatus</i>	13
Figure 8 : Les dégâts causés par <i>C. maculatus</i>	15
Figure 9 : Plante de soja	21
Figure 10 : Graines de soja	21
Figure 11 : Plante de tournesol	23
Figure 12 : Matériels de laboratoire : (A) Une balance, (B) Une loupe binoculaire (G x 40), (C) Une pipette, (D) Une étuve	27
Figure 13 : Elevage de masse de <i>C. maculatus</i>	28
Figure 14 : Dispositif expérimental des tests par contact.....	29
Figure 15 : Longévité moyenne (jours) des adultes de <i>C. maculatus</i>	32
en fonction de la dose et de l'huile testée	
Figure 16 : La fécondité moyenne des 5 femelles de <i>C. maculatus</i>	34
en fonction de la dose et de l'huile testée	

Figure 17 : Taux de la viabilité embryonnaire de <i>C. maculatus</i>36 en fonction de la dose de l'huile testée
Figure 18 : Taux de la viabilité post-embryonnaire de <i>C. maculatus</i>38 en fonction de la dose et de l'huile testée
Figure 19 : Taux de germination des graines de <i>V. unguiculata</i>39
Figure 20 : Perte en poids de graines de <i>V. unguiculata</i>41
Figure 21 : Photographie (MEB) des stigmates respiratoires des adultes de44 <i>C. maculatus</i>
Figure 22 : Photographie au (MEB) de la partie postérieure de l'œuf45
Figure 23 : Photographie au (MEB) du premier stade larvaire de <i>C. maculatus</i>47

Liste des tableaux	Page
Tableau 1 : Teneur (g /100g de graines) et valeur énergétiques (kcal pour 100g) de.....8 graines de niébé (Borget, 1989).	8
Tableau 2 : Composition minérale (mg/100g de matière sèche) des graines de niébé9 (Staton, 1970 ; Sinha, 1980).	9
Tableau 3 : Comparaison des teneurs % acides aminés des protéines des graines du.....9 niébé, de la viande et du blé (Outoul, 1974 ; Tremolieres <i>et al.</i> , 1984 ; Godon, 1985).	9
Tableau 4 : Durée en jours des différents états et stades larvaires de <i>C. maculatus</i>14 (kellouche, 2005).	14
Tableau 5 : Les principaux acides gras présents dans l'huile d'olive (Roehlly, 2000)20	20
Tableau 6 : Concentration en (mg/kg) de certains composés phénoliques hydrophiles.....20 de l'huile d'olive (Baldioli <i>et al.</i> , 1996).	20
Tableau 7 : Composition des acides gras de l'huile de soja (Karleskind, 1992).....22	22
Tableau 8 : Composition de l'huile de tournesol en acides gras (Roche <i>et al.</i> , 2004).....23	23
Tableau 9 : Composition de l'insaponifiable de l'huile de tournesol en composés24 mineurs (Fernandes et Cabral, 2007).	24
Tableau 10 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles33 et de la dose sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i> .	33
Tableau 11 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% pour l'effet des33 trois huiles suivant le facteur « huile » sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i> .	33
Tableau 12 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% pour l'effet des33 trois huiles suivant le facteur (dose) sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i> .	33
Tableau 13 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles ...35 et de la dose sur la fécondité des femelles de <i>C. maculatus</i> .	35
Tableau 14 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% pour l'effet des35 trois huiles suivant le facteur (dose) sur la fécondité des femelles de <i>C. maculatus</i> .	35

Tableau 15 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles ...36 et de la dose sur la viabilité embryonnaire de *C. maculatus*.

Tableau 16 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% pour l'effet des ...37 trois huiles suivant le facteur (dose) sur la viabilité embryonnaire de *C. maculatus*.

Tableau 17 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles ...38 et de la dose sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*.

Tableau 18 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% pour l'effet des39 trois huiles suivant le facteur (dose) sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*.

Tableau 19 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles ...40 et de la dose sur la germination des graines de *V. unguiculata*.

Tableau 20 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% pour l'effet des40 trois huiles suivant le facteur (dose) sur la germination des graines de *V. unguiculata*.

Tableau 21 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles ...41 et de la dose sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*.

Tableau 22 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% pour l'effet des ...42 trois huiles suivant le facteur (dose) sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Revue Bibliographique	4
1. Présentation de la plante hôte (Niébé)	5
1.1. Origine et répartition	5
1.2. Systématique	5
1.3. Caractères botaniques	6
1.4. Valeur nutritionnelle du niébé	8
2. Description du la bruche du niébé	10
2.1. Taxonomie	10
2.2. Différents stades de développement	10
2.2.1. L'œuf	10
2.2.2. La larve	11
2.2.3. La nymphe	12
2.2.4. L'adulte	12
2.3 .Cycle biologique	13
3. Dégâts causés par <i>C. maculatus</i>	14
4. Moyens de lutte	15
4.1. La lutte préventive	15
4.2. Lutte curative	16
4.2.1. Moyens physiques	16
4.2.2. Lutte chimique	16
4.2.3. Lutte biologique	17
4.2.4. Phytothérapie	18
5. Généralités sur les huiles végétales	18
5.1. L'huile d'olive	19

a) Fraction saponifiable	19
b) Fraction insaponifiable	20
5.2. L'huile de soja	20
a) Les triglycérides	21
b) Les acides gras	21
c) Les insaponifiables	22
5.3. L'huile de tournesol	22
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	25
1. Matériel	26
1.1. Matériel de laboratoire	26
1.2. Matériel biologique	26
2. Méthodes	27
2.1. Elevage de <i>C. maculatus</i>	27
2. 2.Tests biologiques	28
2.2.1. Traitements par contact	28
2.2.2. Paramètres biologiques étudiés	29
3. Paramètres agronomiques des graines de niébé	30
3.1. Perte en poids des graines	30
3.2. Faculté germinative des graines	30
4. Analyse statistique des données	30
Chapitre 3 : Résultats et Discussion	31
1. Résultats	32
1.1 Effet des traitements sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i>	32
1.2 Effet des traitements sur la fécondité des femelles de <i>C. maculatus</i>	34
1.3 Effet des traitements sur la viabilité embryonnaire de <i>C. maculatus</i>	35
1.4 Effet des traitements sur la viabilité post-embryonnaire de <i>C. maculatus</i>	37
1.5 Effet des traitements sur les paramètres agronomiques de <i>V. unguiculata</i>	39

1.5.1 Effet sur la germination des graines	39
1.5.2 Effet des traitements sur la perte en poids	40
2. Discussion	42
2.1 Effet des traitements sur les paramètres biologiques du <i>C. maculatus</i>.....	42
2.2 Effet des traitements sur la perte en poids et la faculté germinative des graines de <i>V. unguiculata</i>	47
Conclusion	49
Références bibliographiques.....	51

Introduction

Introduction

INTRODUCTION

Introduction

Les légumineuses constituent une immense famille de plantes, elles sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme (Come *et al.*, 2006; Hamadache *et al.*, 1997). Beaucoup d'espèces sont cultivées pour leurs graines qui sont riches en amidon (Fève, Haricot, Lentille, Pois, Pois chiche), en huile (Arachide, Soja) ou en protéines (Fenugrec, Lupin, Soja), les trèfles, les luzernes, le sainfoin et le lotie servent à l'alimentation du bétail (Come *et al.*, 2006), elles sont considérées comme une source importante en protéines. Les légumineuses sont principalement cultivées pour leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, et pour rompre les successions céréalières préjudiciables aux rendements et aux productions à travers les assolements (Hamadache *et al.*, 1997).

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires fait partie de nos systèmes agraires depuis très longtemps, dans différentes zones agro-écologiques du pays. Actuellement la production nationale ne couvre pas les besoins internes du pays et l'état a recours à des importations. Cependant d'immenses quantités de légumineuse sèches sont perdues chaque année en raison des insectes phytophages (FAO, 2006).

Parmi les insectes phytophages nuisibles qui se sont installés sur les plantes cultivées, les Coléoptères Bruchidae, dont les larves ne consomment et ne se développent que dans les graines (Caswell, 1960). Parmi ceux-ci, la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* qui est un insecte nuisible et dangereux qui s'attaque à sa plante hôte *Vigna unguiculata* à la fois au champ et au stock. Les bruches sont considérés actuellement parmi les ravageurs les plus redoutables au niébé. Si aucune mesure n'est prise contre cette infestation, *C. maculatus* peut entraîner des pertes post-récolte pouvant atteindre un taux de 100% en 5 ou 6 mois de stockage (Kellouche et Soltani, 2004).

Les insecticides représentent l'une des méthodes de lutte la plus utilisée contre les ravageurs, mais cette méthode présente de graves risques comme l'apparition de souches d'insectes résistantes aux insecticides et des conséquences néfastes sur la santé des producteurs, des consommateurs, et sur l'environnement rajoutant à cela leurs coût très élevés (Kumar, 1991).

Introduction

Il est donc important de rechercher des méthodes alternatives utilisant des substances naturelles, moins toxiques pour l'homme et moins polluantes pour l'environnement que les insecticides synthétiques.

L'utilisation des substances naturelles comme les bio-pesticides, en particulier les huiles végétales, a fait l'objet de nombreuses recherches pour explorer et identifier leur effet biologique sur les insectes ravageurs des semences stockées et leurs applications (Kellouche *et al.*, 2004).

L'objectif de ce présent travail consiste à mettre en évidence et à évaluer l'activité insecticide des trois huiles végétales à savoir l'huile d'olive, l'huile de tournesol et l'huile de soja, sur un insecte des denrées stockées pour réduire les pertes de récolte de niébé dans les entrepôts sans impliquer tout processus chimique. Les tests au cours de ce travail seront effectués sur une bruche cosmopolite, la bruche de niébé *C. maculatus*.

Ce travail comporte trois chapitres : Nous allons tout d'abord commencer par un premier chapitre qui traite des généralités sur la plante hôte *V. unguiculata*, l'insecte étudié *C. maculatus* ainsi que les différentes méthodes de lutte contre les déprédateurs des stocks. Les différentes huiles végétales qui vont être utilisées dans les tests de contact seront également exposées.

Le matériel et les méthodes adoptées au laboratoire sont présentés dans le deuxième chapitre. Le dernier chapitre est consacré aux résultats et discussions. Et nous clôturons ce travail par une conclusion et des perspectives.

CHAPITRE 1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Présentation de la plante hôte (Niébé)

1.1. Origine et répartition

Vigna unguiculata (L.) Walp (niébé) est originaire d'Afrique (Padulosi, 1997). L'expansion de sa culture initiée à partir de l'Afrique s'est étendue à l'Asie et particulièrement à l'Inde par le biais des échanges commerciaux avant d'atteindre le reste du monde (Glitho, 1990; Dabire, 2001). Cette culture a atteint l'Europe à partir du Nord-Est de l'Afrique vers 300 ans et l'Inde, vers 200 ans, avant Jésus Christ (Padulosi, 1997). Probablement introduite en Amérique tropicale au 17^{ème} siècle par les espagnols, elle est largement cultivée aux Etats Unis, aux Caraïbes et au Brésil (Brink et Belay, 2006).

Actuellement, sa culture est pratiquée dans l'ensemble des zones tropicales et subtropicales. En Algérie, *V. unguiculata* est une culture traditionnelle, la variété à hile noir ou haricot kabyle est produite au nord, Tadelaght (Touat), Tidhikelt et le reste sont produites au Sud-ouest algérien (Amari, 2014).

V. unguiculata inclut des formes cultivées et des formes sauvages. Les formes cultivées se distinguent des formes sauvages par des gousses indéhiscentes, des graines et des gousses de taille plus importante (Lush et Evans, 1981).

1.2. Systématique :

Selon (Chung *et al.*, 2007), le niébé est classé comme suit :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : Rosales

Famille : Fabaceae

Genre : *Vigna*

Espèce : *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

1.3. Caractères botaniques

V. unguiculata est une plante herbacée annuelle, peut être rampante, semi érigée ou érigée selon les variétés. Le système racinaire est constitué d'une racine pivotante bien développée et des racines secondaires latérales portant des nodosités. La plantule issue de la germination épigée, présente deux cotylédons oblongs ou en faucille. Après la germination, les deux premières feuilles au-dessus des cotylédons sont simples et opposées (Seri-Kouassi, 2001).

Toutes les autres feuilles qui apparaissent après celles-ci sont aussi opposées mais en plus, elles sont alternes et trifoliées. Les folioles peuvent être ovales ou rhomboïdes à lancéolées. La foliole centrale est dotée de deux stipelles, tandis que les folioles latérales sont symétriques et possèdent chacune une seule stipelle. Le pétiole atteint 15 à 25 cm de long. Il est cannelé sur le dessus et renflé à la base (Brink et Belay, 2006).

La tige peut atteindre quatre mètres de long. Elle est anguleuse ou presque cylindrique, légèrement striée et quelquefois creuse. Chaque nœud de la tige porte deux stipules et trois bourgeons axillaires, capables de donner une tige latérale ou une inflorescence (Fery, 1985).

L'inflorescence est portée par un pédoncule mesurant 10 à 30 cm. Les fleurs papilionacées, sont bisexuées. Elles présentent un ovaire supère et 10 étamines dont 9 sont fusionnées. Les fleurs sont pentamères avec des pétales de couleur variable selon les variétés : jaune, blanche, rose, violette, bleue (Figure 1), (Brink et Belay, 2006).



Figure 1 : Plante de *V. unguiculata* (Anonyme 1).

V. unguiculata produit des gousses généralement indéhiscentes et orientées verticalement vers le bas. Elles comportent 8 à 20 graines ovoïdes, réniformes, lisses ou ridées de couleur et de taille variables, (Figures 2 et 3) (Brink et Belay, 2006).



Figure 2 : Gousses de *V. unguiculata* (Anonyme 2).



Figure 3 : Grains de *V. unguiculata* (Photo originale).

1.4. Valeur nutritionnelle du niébé

Par leur teneur élevée en protéines, les légumineuses rééquilibrent l'alimentation céréalière surtout en acides aminés et en sels minéraux et compensent en partie le déficit en protéines animales dans les pays tropicaux et en voie de développement (Borget, 1989 ; Monti *et al.*, 1990).

Borget (1989) et Kentour (1999) signalent que 100g de niébé contiennent 22 à 26 g de protéines, 60 à 65 g de glucides et ont une valeur énergétique de l'ordre de 342 Kcal (Tableau 1).

Tableau 1 : Teneur (g /100g de graines) et valeur énergétique (kcal pour 100g) de graines de niébé (Borget, 1989).

	Protéines	lipides	glucides	fibres	Matières minérales	eau	Valeurs énergétiques
<i>V. unguiculata</i>	22-26	1-2	60-65	4-5	3-4	11	342

Staton (1970), Sinha (1980) et Leonard(1987) ont signalé que le niébé est riche en matière minérale (3 à 4%), représentée principalement par le Phosphore, Potassium et le Calcium (Tableau 2).

Chapitre 1 : Revue Bibliographique

Tableau2 : Composition minérale (mg/100g de matière sèche) des graines de niébé (Staton, 1970 ; Sinha, 1980).

Eléments minéraux	Ca	Fe	Zn	P	Na	K
Teneur (mg /100g)	37±5	4.7±0.3	4±0.3	430±20	15±3	125±15

La composition en acides aminés des protéines du niébé se rapproche de celle de la viande, vu qu'elle montre un déficit en méthionine et cystéine (1,22%) et un taux intéressant en lysine (6,91%) par rapport au blé entier (2,90%) (Tableau3).

Tableau 3 : Comparaison des teneurs (%) en acides aminés des protéines des graines du niébé, de la viande et du blé (Outoul, 1974 ; Tremolieres *et al.*, 1984 ; Godon, 1985).

	Graine de niébé	Viande	blé
Valine	5.24	5.4	4.7
Thréonine	3.78	4.8	3.10
Leucine	7.97	8.1	6.70
Isoleucine	4.29	5.4	3.75
Met+Cys	1.22	2.4	4.25
Phénylalanine	5.76	43	4.50
Lysine	6.91	88	2.90
Tryptophane	-	1.4	1.05
Facteur limitant	Myt+cys	Myt+cys	Lys
Protéines	28.85	15 à 20	10 à 15

En outre, sur le plan de la valeur nutritive, les légumineuses possèdent des atouts qui sont loin d'être négligeables. Elles renferment 24 acides aminés indispensables à l'alimentation, dans les proportions correspondant aux besoins humains (à l'exception des acides aminés soufrés). Leurs feuilles sont comestibles, riches en vitamines et en sels minéraux. Elles contiennent deux à trois fois plus de protéines que les céréales (Kellouche, 2005).

2. Description du la bruche du niébé

2.1. Taxonomie

Selon Balachowsky (1962), *C. maculatus* est classée comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Sous ordre : Heterogastra

Super famille : Phytophagoidea

Famille : Bruchidae

Sous famille : Bruchinae

Genre : *Callosobruchus*

Espèce : *Callosobruchus maculatus* (F).

2.2. Différents stades de développement

Les Coléoptères Bruchinae sont des insectes séminivores qui se développent aux dépens des graines de légumineuses sauvages et cultivées. Ils sont spécialistes ou oligophages. Les femelles déposent leurs œufs sur les gousses et le premier stade larvaire de type chrysomélien est muni de pattes thoraciques. Ces larves, très mobiles, perforent le péricarpe de la gousse puis de la graine à l'aide de leurs mandibules. Peu après son entrée dans la graine, la larve L1 mue et se transforme en larve de type rhynchophorien dépourvue de pattes. Il y a généralement quatre stades larvaires au cours du développement post-embryonnaire. Chez la plupart des espèces, les larves L4 se transforment en nymphe dans la graine à l'intérieur d'une galerie. Après la mue imaginale, l'adulte découpe à l'aide de ses mandibules le tégument de la graine recouvrant la loge nymphale et mène une vie libre (Jermy et Szentesi, 2003).

2.2.1. L'œuf : Mesurant 0,4 à 0,7 mm de long sur 0,3 à 0,4 mm de large, il est de forme ovoïde (Balachowsky, 1962 et Ouedrago, 1991). A son dépôt, il est de couleur translucide, puis devient blanchâtre après l'éclosion. A sa partie postérieure, il possède un court tube respiratoire (Seck, 2009). Un œuf mal déposé ou faiblement adhérent au substrat avorte (Figure 4), (Balachowsky, 1962).

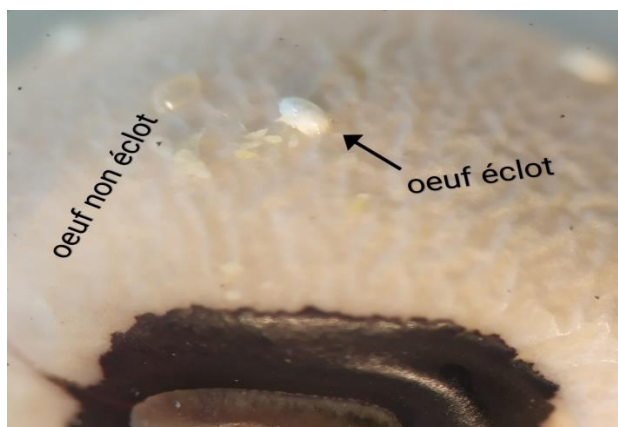


Figure 4 : Oeufs de *C. maculatus* pondus sur une graine de *V. unguiculata* (Photo originale).

2.2.2. La larve : Elle passe par 4 stades avant la nymphose. A l'exception du stade 1 qui se déroule à la surface de la graine, sous le chorion de l'œuf, tous les autres stades se déroulent à l'intérieur de la graine (Figure 5).

L'éclosion se manifeste environ 6 jours après la ponte. La larve néonate dite primaire qui est une larve de type chrysomélien avec des pattes courtes et robustes, pénètre directement dans la graine en formant une galerie. Après une première mue, elle perd ses pattes et sa dépouille larvaire et devient larve secondaire qui est apode. Elle subit ensuite les deux autres mues, devenant ainsi larve de 3^{ème} stade qui est d'une longueur de 4 mm, puis de 4^{ème} stade. La larve du 4^{ème} stade présente un corps en arc de cercle. Elle porte des pattes vestigiales ne possède qu'un seul ocelle de chaque côté de la tête (Delobel et Tran, 1993).



Figure 5 : Larves de *C. maculatus* (Namane et Mezani, 2014).

2.2.3. La nymphe : Au départ, elle est blanchâtre et porte encore sur sa face ventrale l'exuvie de la larve du 4^{ème} stade. La nymphose a lieu dans la graine, à l'intérieur d'une logette aménagée par la larve 4, séparée de l'extérieur que par la fine membrane tégumentaire de la graine. Son pourtour est tapissé par la coque de nymphose, ses organes se sclérifient au fur et à mesure dans l'ordre suivant : les yeux, les pièces buccales, les antennes, les pattes, les élytres puis le corps tout entier (Figure 6), (Ouedraogo, 1978).



Figure 6 : Nymphe de *C. maculatus* (Namane et Mezani, 2014).

2.2.4. L'adulte : Mesure 2,8 à 3,5 mm. Son corps est de coloration foncièrement rougeâtre, le dessin élytral est des plus variables et a été la cause de la création de plusieurs variétés sans valeur spécifique, ayant des formes de passage intermédiaires de l'une à l'autre, les tâches dorsales foncées peuvent faire complètement défaut ou se réduire à une simple bordure latérales sur les élytres. Les antennes sont noires avec les 4 premiers articles roux chez les mâles, elles sont plus élargies à partir du 7^{ème} article, mais certaines femelles ont les antennes entièrement rouges. L'espèce est ailée, bien qu'il existe des formes brachyptères ou aptères (Figure 7), (Balachowsky, 1962).



Figure 7 : Adultes de *Callosobruchus maculatus* (A : femelle B: mâle)
(Brown et Downhower , 1988).

Le pygidium est entièrement noir ou roux à zones noires, chez la femelle, il existe une ligne médiane de soies blanches. Les pattes sont d'un roux clair et plus ou moins marquées de noir (Delobel et Tran, 1993).

2.3 .Cycle biologique

C. maculatus accomplit son cycle biologique, de l'œuf au stade adulte, en 28 jours en conditions de laboratoire, 27°C et 70% d'humidité relative (Hoffmann, 1945). Les femelles pondent de 75 à 100 œufs. Cette ponte se prolonge de 15 jours à un mois, avec une moyenne de ponte journalière de 3 à 12 œufs (Balachowsky, 1962).

L'incubation des œufs dure environ 1 semaine, le développement larvaire 15 jours et la nymphose 6 jours. Le développement des 4 stades larvaires et celui de la nymphe se déroule entièrement à l'intérieur de la graine. Pour pénétrer dans la graine, la jeune larve s'appuie sur la face interne du chorion puis creuse sa galerie. Au fur et à mesure que la larve pénètre, elle rejette en arrière de la poudre de la graine qui s'accumule sous le chorion de l'œuf qui devient alors opaque. La durée du cycle de développement (de l'œuf à l'adulte) est en moyenne de 28 ± 3 jours dans les graines de niébé (Tableau 4) (Kellouche, 2005).

Tableau 4 : durée en jours des différents états et stades larvaires de *C. maculatus* (kellouche, 2005).

Etats et stades larvaires	Durée (jours)
Embryogénèse	7±1
Larve du 1er stade	2±1
Larve du 2ème stade	2±1
Larve du 3ème stade	6±1
Larve du 4ème stade	5±1
Nymphose	6±1
Durée totale en jours	28±3

3. Dégâts causés par *C. maculatus*

Chaque année, les légumineuses à graines subissent des pertes considérables de l'ordre de 800 g/kg de graines en quelques mois (Ouedraogo *et al*, 1996). L'ampleur des dégâts varie selon le niveau de l'infestation initial, la durée et les techniques de stockage. Les dégâts les plus importants causés par les bruches par exemple sur le niébé ont été constatés en Afrique et en Amérique (Fleurat-lessard, 1980).

Selon Lienard et Seck (1994), les bruches causent chaque année des pertes qui peuvent aller jusqu'à 100% des stocks dans certaines régions d'Afrique.

L'infestation par ces insectes occasionne l'apparition des facteurs antinutritionnels comme l'acide phytique, aussi une modification de la composition en vitamine et une augmentation en cellulose sont dus exclusivement aux larves qui dévorent les réserves du cotylédon des graines (Huis et Rooy, 1998).

Les signes d'infestation sont les trous de sortie des insectes ayant un diamètre de 2,5 mm (Kellouche, 2005). La bruche du niébé cause non seulement une réduction directe du poids sec, mais également une diminution de la viabilité des semences et de la qualité marchande et nutritionnelle des graines, suite au développement de moisissures qui les rendent impropres à la consommation humaine (Kellouche, 2005). Des modifications sont aussi engendrées sur la qualité des protéines et rendent les graines impropres à la consommation humaine (figure 8), (Keita *et al.*, 2001).



Figure 8 : Les dégâts causés par *C. maculatus* (Photo originale).

4. Moyens de lutte

Pour lutter contre les insectes ravageurs des grains stockés, deux méthodes existent, l'une de nature préventive se pratique avant l'installation des ravageurs et la deuxième, de type curative, est utilisée quand les lots sont déjà infestés (Simon *et al*, 1994).

4.1. La lutte préventive

- . Consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de manutention et des machines de récolte.
- . Une désinsectisation de l'entrepôt et de la sacherie vide suivie d'un séchage des grains, pour maintenir leur taux d'humidité en dessous de 15 %, sont des mesures préventives indispensables pour réduire voire empêcher toute infestation.
- . Utilisation d'un emballage résistant pour le stockage des graines, sacs en plastique doublé intérieurement de coton (Lienard et seck, 1994).
- . Un usage de la fumée ou d'un séchage au soleil des récoltes. La fumée et la chaleur s'avèrent en renfermer une action physique quelque peu répulsive voire même insecticide (Bellakhdar, 1997).
- . L'utilisation de variétés résistantes peut également représenter une méthode de contrôle efficace (Seck *et al.*, 1992).

4.2. Lutte curative

4.2.1. Moyens physiques

. La chaleur: Toutes les formes de bruche des denrées stockées sont éliminées après 10 minutes d'exposition à une température de 60 °C, sans aucune conséquence sur le pouvoir germinatif ni sur la qualité boulangère des grains (Scotti, 1978).

. Le froid : Peut-être aussi employé pour la conservation des récoltes, la ventilation refroidissante peut éliminer les insectes si elle atteint 5 °C, toutes les formes meurent si cette température est maintenue pendant 2 mois (Shahein, 1991 ; Lee *et al.*, 1993).

. Les rayonnements ionisants : Les bruches des denrées stockées peuvent aussi être tués par l'action des rayonnements ionisants. Des dangers certains pèsent cependant sur l'opérateur, lors de la manipulation et même à la longue sur le consommateur, le coût élevé de l'investissement puisqu'il exige un personnel hautement qualifié et un matériel très adapté, incitent à rechercher des moyens de lutte de moindre risque et de moindre coût (Doumandji, 1987).

4.2.2. Lutte chimique

Cette méthode est la plus répandue actuellement, elle consiste à employer des pesticides pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, en raison des risques de toxicité qu'elle peut engendrer aux consommateurs des grains, elle doit être appliquée avec prudence. Deux types de traitement sont employés.

a) Traitement par pulvérisation

Ce traitement consiste à recouvrir la graine d'une pellicule de produit insecticide qui agit plus ou moins rapidement sur les insectes, appliqué à des doses suffisantes, elles permettent de lutter contre les formes libres infestant les stocks et ils les préservent des ré-infestations pendant un temps relativement court ce qui assure un traitement préventif des denrées. L'insecticide est en contact direct avec la denrée alimentaire et peut poser des problèmes de résidus. L'insecticide n'a pas d'action sur les formes cachées. On cite : Les organochlorés, les organophosphates, les carbamates, les pyréthriinoïdes et les régulateurs de la croissance des insectes (IGRs) (Lienard et Seck, 1994).

b) Traitement par fumigation

C'est le traitement des grains à l'aide d'un gaz toxique appelé fumigant. Ce gaz tue les insectes s'il est maintenu suffisamment longtemps à une certaine concentration au contact des grains. Ce traitement curatif n'a qu'une action limitée dans le temps. L'intérêt majeur de la fumigation est la capacité de pénétration du gaz insecticide à l'intérieur du grain et donc détruit les œufs, larves et nymphes. Une partie des gaz reste fixée à la surface des denrées. Une partie du produit peut être aussi absorbée à l'intérieur de la denrée et réagit chimiquement avec certains nutriments (Appert, 1985). Par rapport aux insecticides de contact, les fumigants possèdent l'avantage de ne laisser aucun résidu sur les denrées (Howe, 1978).

4.2.3. Lutte biologique

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes (Sanon *et al.*, 1998).

Dans le cas de la bruche de niébé, il est de préférence d'introduire dans les cultures et les locaux de stockage des hyménoptères parasitoïdes oophages et nympho-larvophage comme *Uscana lariophagus* Stephan (Trichogrammatidae) et *Dinarmus basalis* Rondoni (Pteromalidae). La lutte biologique peut être aussi par des biopesticides qui sont des produits phytosanitaires provenant d'organismes vivants comme les micro-organismes (bactéries, virus ou champignons) ou des plantes (extraits sous forme de poudres, d'huiles végétales ou huiles essentielles). Le bio-pesticide le plus connu est un produit issu d'un micro-organisme appelé *Bacillus thuringiensis*. Cette bactérie est Gram+ et très courante dans la nature. Ce parasite d'insectes se développe très bien dans les entrepôts de stockage des graines où les conditions sont très favorables (ketoh *et al.*, 2002).

4.2.4. Phytothérapie

L'utilisation d'extraits végétaux tels que les huiles ou poudres empêchent les bruches de coller leurs œufs sur les graines et tuent les œufs fraîchement pondus ou les adultes (Okonkwo et Okoye, 1992). Ces dernières années les huiles essentielles des plantes font partie

des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leurs application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leurs toxicité s'exprime de différentes manières, activités ovicide, larvicide, anti nutritionnelle et inhalatrice (Kéïta *et al.*, 2001 ; Regnault-Roger, 2002). Selon Bernard *et al.*, (2002), les huiles végétales ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsion. Ce sont des huiles qui présentent une toxicité par contact qui provient de la formation d'un film imperméable, isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie (Regnault-Roger et Hamraoui, 1994).

5. Généralités sur les huiles végétales

Les huiles végétales sont largement utilisées en alimentaire, elles sont connues depuis longtemps par leurs rôles nutritionnels et comme source d'énergie. L'importance de ces huiles est surtout liée à leur richesse en acides polyinsaturés et acides gras dissociés. Elles sont essentiellement des triglycérides qui présentent des dérivés estérifiés. Elles sont visqueuses, peu volatiles, leur extraction se fait par pression. Les huiles sont des composantes des acides gras avec des structures chimiques différentes les unes des autres, elles sont composées principalement des triglycérides (3 acides gras), soit les acides gras saturés, soit les acides gras insaturés (acides gras mono insaturés et acides gras polyinsaturés) (Reids et Heindricks, 1994).

Les huiles sont liquides à températures ordinaire et insoluble dans l'eau. Les corps gras culinaires que l'on appelle huiles sont d'origines végétales, extraits soit de graines (tournesol, arachide, colza, soja, sésame, coton), de fruits (olive, cornouille, noix) et de racines (souches: rhizomes de plantes aquatique comestibles) (Apfelbaum et Roman, 2004).

Les huiles majoritairement trouvées dans le commerce sont des huiles raffinées, plus stables, et sans arrière-goût végétal car les mucilages, les gommes, les lécithines et d'autres composés végétaux indésirables ont été éliminés lors du raffinage. Plus une huile contient des acides gras polyinsaturés, plus elle nécessite des précautions pour sa conservation, mais son intérêt nutritionnel est plus grand également.

Les huiles végétales testées sont :

5.1. L'huile d'olive

L'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (C.O.I., 2003).

L'huile d'olive est la seule qui ne soit pas obtenue par raffinage mais seulement par des procédés mécaniques. Les constituants de l'huile d'olive peuvent être divisés en :

a) Fraction saponifiable

La fraction saponifiable représente 98.5 à 99 % de l'huile comme chez la majorité des huiles végétales (Roehlly, 2000). Cette fraction se compose essentiellement des triglycérides qui constituent la principale composante de l'huile d'olive (98%) (Ryan et Kevin, 1998).

L'huile d'olive est caractérisée par la prédominance des acides gras mono-insaturés, l'acide oléique qui représente 55 à 83 % des acides gras totaux (Jacotot, 1997). Il est symbolisé par les nombres 18:1 pour indiquer qu'il a 18 carbones et une liaison double éthylénique.

Elle est constituée aussi d'un pourcentage modéré des acides gras polyinsaturés essentiels, notamment l'acide linoléique (3,5 à 21%) un acide gras à chaîne longue qu'on trouve dans les huiles végétales. Il est symbolisé par les nombres 18:2 pour indiquer qu'il a 18 carbones et deux liaisons éthyléniques situées sur le carbone n°9 et sur le carbone n°12. L'acide linoléique est présent à faible teneur, symbolisé par les nombres 18:3 pour indiquer qu'il a 18 carbones et trois liaisons éthyléniques, et des acides gras saturés comme l'acide palmitique 16:0 et l'acide stéarique 18:0 (Tableau 5) (Roehlly, 2000).

Chapitre 1 : Revue Bibliographique

Tableau 5 : Les principaux acides gras présents dans l'huile d'olive (Roehly, 2000).

Acides gras	Longueur de la chaîne et nombre d'insaturations	Teneur en %
-Acide oléique	C 18 : 1	55-83
-Acide linoléique	C 18: 2	3,5-21
-Acide palmitique	C 16: 0	7,5-20
-Acide stéarique	C 18: 0	0,5-5
-Acide palmitoléique	C 16: 1	0,3-3,5
-Acide linoléique	C 18: 3	≤0,9
-Acide arachidique	C 20: 0	≤0,6
-Acide gadoleique	C 20: 1	≤0,4
-Acide héptadécanoïque	C 17: 0	≤0,3
-Acide héptadécénoïque	C 17: 1	≤0,3
-Acide béhenique	C 22: 0	≤0,2
-Acide lignocérique	C 24: 0	≤0,2
-Acide myristique	C 14: 0	≤0,05

b) Fraction insaponifiable :

Cette fraction renferme les composés phénoliques caractérisés par leur parfum et saveur particulière, et ils contribuent également à la stabilité oxydante de l'huile (Tableau 6) (Baldioli *et al.*, 1996). Les autres composés sont : Les pigments, les stérols, et les tocophérols.

Tableau 6: Concentration en (mg/kg) de certains composés phénoliques hydrophiles de l'huile d'olive (Baldioli *et al.*, 1996).

Composés phénoliques	Teneur en mg/kg
-Hydroxytyrosol (3,4-HYTY)	0,0 _ 25,4
-Tyrosol (TY)	0,1 –123,1
-Acide vanillique	0,0 –0,8
-Acide caféique	0,0 –1,0
-Acide syringique	0,0 –2,3
-Acide coumarique	0,0 –0,6

5.2. L'huile de soja

Le soja *Glycine max* (L.), appartient à la famille des Légumineuses, tels que l'haricot, l'arachide. C'est une plante herbacée dont l'aspect rappelle celui des haricots nains qu'on trouve partout en Afrique Centrale. Il peut être cultivé dans toutes les régions chaudes et même dans les régions froides (Figure 9) (Cronquist, 1981).

Ses exigences sont semblables à celles du maïs : il craint une chaleur excessive ainsi que le gel (en dessous de 0°), mais résiste au froid. Il existe une quarantaine d'espèces de soja, dispersées à travers le monde. Le fruit du soja est une gousse velue, longue d'environ 2 à 10 cm et large de 2 à 4 cm. Chaque gousse contient en général trois graines, parfois plus (Figure 10).

Le nombre de gousses par pied de soja varie, de quelques douzaines à plusieurs centaines selon les variétés et les conditions. Sa graine qui contient 18 à 22 % d'huile possède un élément toxique, la trypsine. Avant la consommation du soja sous n'importe quelle forme, aussi bien par l'homme que par les animaux (porcs, volailles), il est conseillé de détruire cet élément toxique par le chauffage (Hubert, 2006).



Figure 9 : Plante de soja
(Anonyme 3).



Figure 10: Graines de soja
(Anonyme 4).

L'huile de soja est fluide et d'un jaune plus ou moins foncé suivant la nature des graines et les procédés d'extraction. Ses principaux constituants sont :

a) Les triglycérides

Les triglycérides constituent plus de 95% des composés lipidiques de la graine de soja, les autres composés étant les phospholipides et les diacylglycéroles (Karleskind, 1992).

b) Les acides gras

La teneur en acides gras insaturés de l'huile de soja étant très élevée, les molécules de triglycérides contiennent au moins deux acides gras insaturés et les glycérides di et tri-saturés sont pratiquement absents ou en très faibles quantités (Tableau 7) (Karleskind, 1992).

Tableau 7 : Composition des acides gras de l'huile de soja (Karleskind, 1992).

Acides gras	Longueur de la chaîne et nombre d'insaturations	Teneur en %
-Acide oléique	C 18 :1	17 - 26
-Acide linoléique	C 18: 2	50 - 62
-Acide palmitique	C 16: 0	8 -13
-Acide stéarique	C 18: 0	2 -5
-Acide palmitoléique	C 16: 1	≤0,2
-Acide linoléinique	C 18: 3	4 - 10
-Acide arachidique	C 20: 0	≤1,2
-Acide gadoleique	C 20: 1	≤0,4
-Acide béhenique	C 22: 0	≤0,3
-Acide myristique	C 14: 0	≤0,2

c) Les insaponifiables

La partie insaponifiable de l'huile de soja est de 1.6% dans l'huile brute et de 0.6 à 0.7% dans l'huile raffinée. Elle se compose essentiellement de stérols et de tocophérols (Karleskind, 1992).

5.3. L'huile de tournesol

Le tournesol est une plante oléagineuse annuelle dont le nom scientifique est *Helianthus annuus* (L.). L'appellation tournesol provient de sa tendance à se tourner vers le soleil pendant la journée. Le genre *Helianthus* fait partie du groupe des Hélianthées à l'intérieur de la famille des Composées ou Astéracées (Ayerdi Gotor *et al.*, 2007).

C'est une grande plante annuelle, à tige très forte et peu ramifiée, pouvant atteindre jusqu'à 4 m de hauteur. Les feuilles simples, cordées (en forme de cœur), alternées, sauf à la base où elles sont parfois opposées, ont un pétiole plus ou moins long et sont rudes au toucher. Les capitules, réceptacles floraux charnus, qui ont tendance à se renverser après la floraison, peuvent atteindre 30 cm de largeur. Les fleurs extérieures ligulées du capitule disposées sur un seul rang, sont généralement jaunes, et stériles (Figure 11) (Roche *et al.*, 2004).



Figure 11 : Plante de tournesol (Roche *et al.*, 2004).

L'huile de tournesol est composée essentiellement de triglycérides (98 à 99%) et d'une faible proportion de substances diverses regroupées sous le terme d'insaponifiables, elle est de saveur neutre (Roche *et al.*, 2006).

Les variétés classiques de tournesol produisent des huiles riches en acide linoléique (C18:2 \approx 60%), à faible teneur en acide oléique (C18:1 \approx 20%) et pratiquement sans acide linoléique (C18:3) < 1% (Tableau 8) (Roche *et al.*, 2004).

Tableau 8 : Composition de l'huile de tournesol en acides gras (Roche *et al.*, 2004).

Acides gras	Longueur de la chaîne et nombre d'insaturations	Teneur en %
-Acide oléique	C 18 :1	14 - 32
-Acide linoléique	C 18: 2	48 - 74
-Acide palmitique	C 16: 0	5 - 8
-Acide stéarique	C 18: 0	3 - 7
-Acide palmitoléique	C 16: 1	\leq 1,0
-Acide linoléique	C 18: 3	\leq 0,5
-Acide arachidique	C 20: 0	\leq 0,7
-Acide gadoleique	C 20: 1	\leq 1,5
-Acide béhenique	C 22: 0	\leq 1,0
-Acide myristique	C 14: 0	\leq 0,5

Chapitre 1 : Revue Bibliographique

Outre les triglycérides, l'huile de tournesol contient une gamme de constituants qui sont importants pour le maintien de la santé. Ces constituants non glycériques des huiles, encore appelés constituants mineurs, ne sont mineurs que du point de vue de leurs concentrations qui représentent 1 à 5% par rapport aux triglycérides, tels que les phospholipides, alcools aliphatiques et triterpéniques, pigments, tocophérols et des stérols (Tableau 9) (Roche *et al.*, 2006 ; Fernandes et Cabral, 2007).

Tableau 9 : Composition de l'insaponifiable de l'huile de tournesol en composés mineurs (Roche *et al.*, 2004).

Composés	Teneur
Stérols	350mg /100g
Tocophérols	502 mg / 100g
Hydrocarbures	15-20 mg /100g
Tri terpènes	100mg/100g

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

1.1. Matériel de laboratoire

Pour la réalisation des différents tests, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une étuve réfrigérée dans laquelle sont placés les différents essais, elle est réglée à une température de $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5 \%$ (conditions optimales de développement de *C. maculatus*) (Figure 12).
- Des bocaux en verre pour les élevages de masse.
- Des boîtes de Pétri en plastique de 10 cm de diamètre sur 1cm de hauteur.
- Des pipettes graduées.
- Une balance à affichage électronique pour les pesées des graines.
- Une loupe binoculaire (Gr x40) pour les observations et le comptage des œufs.
- Du coton pour le test de germination des graines.

Autres accessoires : tamis, pinceaux, rouleau adhésif ...etc.

1.2. Matériel biologique

Les travaux expérimentaux sont réalisés au niveau du laboratoire d'Entomologie Appliquée de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, durant le mois d'octobre 2020 jusqu'au mois de décembre 2020.

A) Les bruches

Les bruches utilisées proviennent des élevages de masse réalisés avec les graines du niébé au laboratoire d'entomologie appliquée (U.M.M.T.O).

B) Le substrat : les graines de niébé (*V. unguiculata*)

Les graines de *V. unguiculata* utilisées comme support pour les différents essais biologiques ont été achetées au marché local.

C) Les huiles

L'huile d'olive testée est issue de la variété chemlal. Elle provient d'une huilerie traditionnelle de la région d'AZAZGA (Tizi ouzou).

L'huile de tournesol et l'huile de soja ont été achetées au marché local.

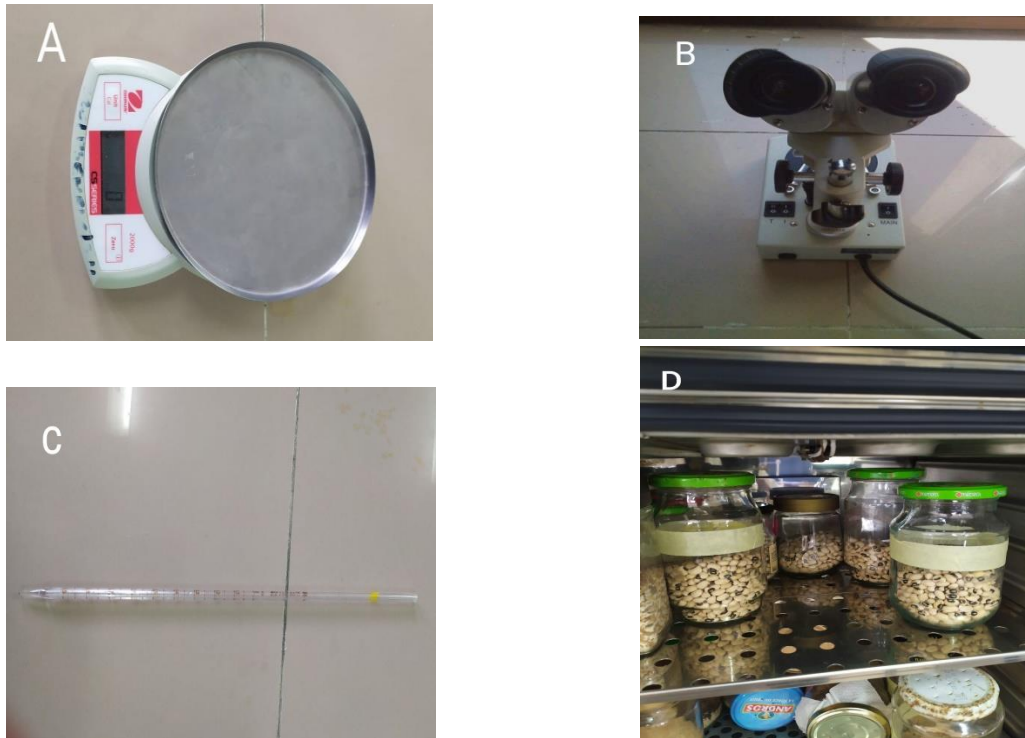


Figure 12 : Matériels de laboratoire : (A) Une balance, (B) Une loupe binoculaire (Gr x 40), (C) Une pipette, (D) Une étuve (photo originale).

2. Méthodes

2.1. Elevage de *C. maculatus*

L'élevage de masse des bruches est effectué régulièrement par la contamination d'une quantité de graines de niébé saines avec une souche de *C. maculatus* issue du laboratoire d'entomologie de la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques (U.M.M.T.O). Les élevages sont mis dans une étuve réfrigérée, et obscure réglée à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$ (Figure 13).



Figure 13 : Elevage de masse de *C. maculatus* (Photo originale).

2.2. Tests biologiques

Le but de notre travail est de déterminer l'effet insecticide de trois huiles végétales à savoir : l'huile d'olive, l'huile de tournesol et l'huile de soja sur le développement de *C. maculatus*.

2.2.1. Traitements par contact

Les doses testées de chaque huile végétale sont 0,1; 0, 2; 0, 4 ml pour 25g de graines de niébé saines. Chaque dose est ajoutée aux graines contenues dans une boîte de Pétri en plastique, puis l'ensemble est convenablement mélangé. Juste après, les graines sont infestées par cinq couples de *C. maculatus* adultes (âgés de 0 à 24h). Les essais sont répétés 4 fois pour chaque dose de chaque huile ainsi que pour les lots témoins (graines de niébé non traitées avec l'huile) et sont mises ensuite dans une étuve contrôlée ($30 \pm 1^\circ\text{C}$ et de $70 \pm 5 \%$ d'humidité relative) (figure 14).



Figure 14 : Dispositif expérimental des tests par contact (Photo originale).

2.2.2. Paramètres biologiques étudiés

- . **La longévité des bruches** : Les individus morts sont dénombrés dans chaque boîte d'une façon régulière du début des essais jusqu'à la mort de la totalité des adultes.
- . **La fécondité des femelles** : Après 15 jours, le comptage des œufs pondus (éclos et non éclos) sur les graines est effectué sous une loupe binoculaire au grossissement 40.
- . **Taux de viabilité embryonnaire** : Après le comptage des œufs pondus, le taux d'éclosion est calculé comme suit:

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

- . **Taux de viabilité post-embryonnaire** : A partir du 21^{ème} jour et jusqu'au 45^{ème} jour, les individus adultes de la première génération sont retirés des boîtes et dénombrés au fur et à mesure qu'ils émergent. Le taux de viabilité est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Taux de viabilité post-embryonnaire (\%)} = (\text{nombre d'adultes émergés} / \text{nombre d'œufs éclos}) \times 100.$$

3. Paramètres agronomiques des graines de niébé

3.1. Perte en poids des graines : Après 45 jours, les graines utilisées (25 g) dans les tests sont pesées pour estimer les pertes en poids.

3.2. Faculté germinative des graines : Pour évaluer l'effet des trois huiles sur la germination des graines de niébé, un test de germination a été réalisé comme suit :

Nous prélevons 50 graines de chaque lot utilisé dans les différents tests, celles-ci sont ensuite mises à germer.

Les graines sont couvertes avec du coton imbibé d'eau dans des boîtes de Pétri.

Après 5 jours, les graines ayant germées dans les lots témoins et des lots traités sont dénombrées.

Le taux de germination est calculé comme suit :

$$\text{Taux de germination (\%)} = (\text{nombre de graines germées} / 50) \times 100.$$

4. Analyse statistique des données

Les résultats obtenus ont été soumis aux tests de l'analyse de la variance à deux critères de classification, les variables dont les analyses statistiques montrent une différence significative ont subi le test de Newman et Keuls au seuil $P=5\%$ (logiciel Statistica version 7).

$P>0,05$: différence non significative.

$P\leq 0,05$: différence significative.

$P\leq 0,01$: différence hautement significative.

$P\leq 0,001$: différence très hautement significative.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

1. Résultats des tests par contact

1.1 Effet des traitements sur la longévité des adultes de *C. maculatus*

D’après les résultats obtenus, les individus de *C. maculatus* mis en contact avec les différentes huiles (olive, soja, tournesol) ont été affectés de façon significative, ce qui s’est traduit par la diminution de la durée de leur vie en comparaison avec celle des individus des lots non traités.

La durée de vie moyenne des adultes de *C. maculatus* dans les lots témoins est de l’ordre de 6 jours. Cette durée diminue avec l’augmentation de la dose d’huile pour atteindre une valeur qui ne dépasse guère 1 jour à la dose de 0,4 ml/25g de graines avec l’huile d’olive, et 2 jours avec les huiles de soja et de tournesol (Figure 15).

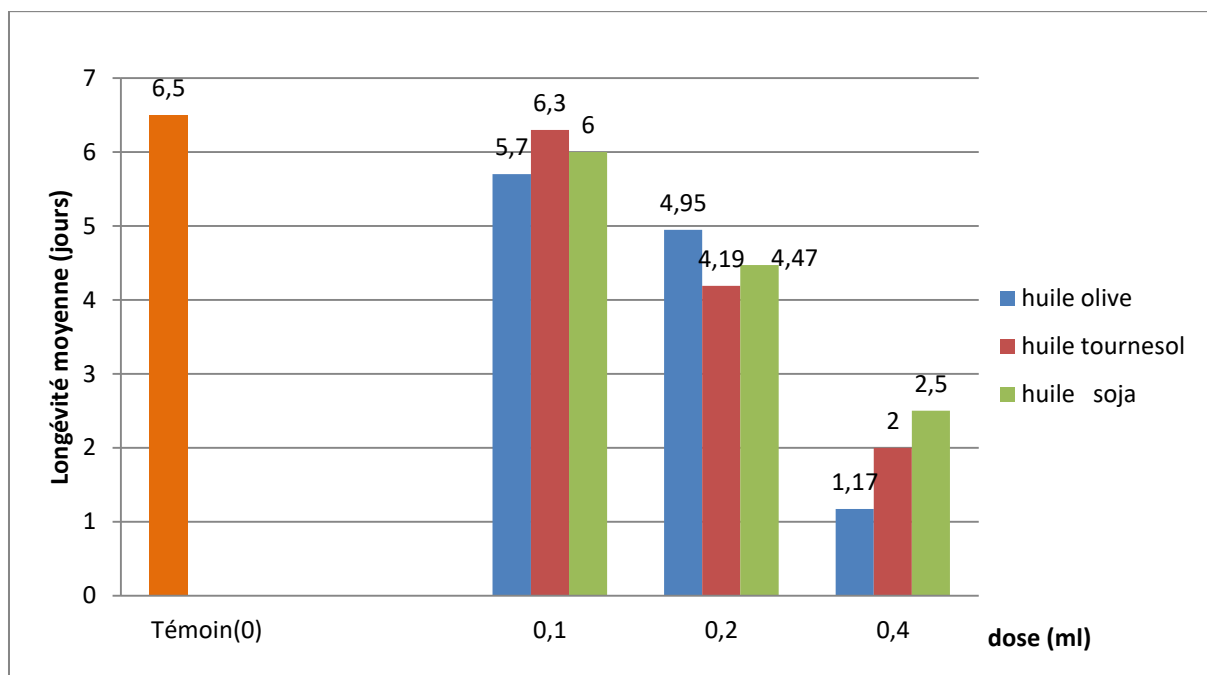


Figure 15 : Longévité moyenne (jours) des adultes de *C. maculatus* en fonction de la dose et de l’huile testée.

L’analyse de la variance à deux critères de classification montre que le facteur dose ($P=0,0000$), et le facteur huile ($P=0,000287$) agissent d’une façon très hautement significative sur la durée de vie des adultes de *C. maculatus*. L’interaction entre les deux facteurs (huile-dose) présente un effet non significatif (Tableau 10).

Chapitre 3 : Résultats et Discussion

Tableau 10: Analyse de la variance, au seuil de 5% concernant, l'effet des trois huiles et de la dose sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. totale	1041,697	1	1041,697	3685,962	0,000000
Var facteur 1 (Huile)	5,832	2	2,916	10,317	0,000287
Var facteur 2 (Dose)	151,035	3	50,345	178,141	0,000000
Var interaction f1*2	3,140	6	0,523	1,852	0,116488
Var résiduelle	10,174	36	0,283		

Le test de Newman et keuls, au seuil de signification de 5%, classe les huiles (olive et tournesol) dans le groupe (A) et l'huile de soja dans le groupe B (Tableau 11).

Tableau 11: Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5%, suivant le facteur « huile » sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.

Huile	Longévité Moyenne	Groupes homogènes
Olive	4,191875	A
Tournesol	4,754375	A
Soja	5,029375	B

Le facteur dose est classé en trois groupes homogènes. Le groupe A correspond au témoin (0ml) et à la dose (0.1ml), le groupe B renferme la dose (0.2ml), et le groupe C pour la dose (0.4ml) (Tableau 12).

Tableau 12 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5%, suivant le facteur (dose) sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.

Dose	Longévité moyenne	Groupes homogènes
0 ml	6,467500	A
0.1 ml	5,925000	A
0.2 ml	4,341667	B
0.4 ml	1,900000	C

1.2 Effet des traitements sur la fécondité des femelles de *C. maculatus*

Les résultats obtenus (Figure16) montrent que la fécondité des femelles de *C. maculatus* est inversement proportionnelle à l'augmentation de la dose des huiles testées.

Dans les lots témoins, la moyenne des pontes est de 239.5 œufs par 5 femelles. Celle-ci diminue considérablement dès la plus faible dose utilisée (0.1ml). À la plus forte dose (0,4ml/25g), aucun œuf n'est pondu dans les lots traités avec les trois huiles.

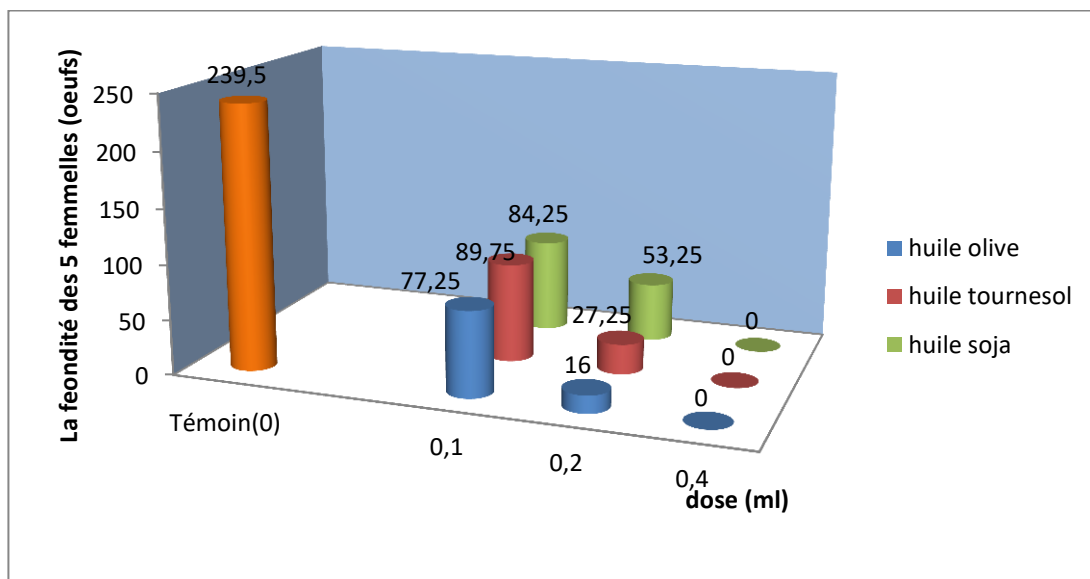


Figure 16 : La fécondité moyenne des 5 femelles de *C. maculatus*, en fonction de la dose et de l'huile testée.

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur dose ($p= 0.000$) et non significative pour le facteur huile et pour l'interaction de ces deux facteurs (Tableau 13).

Tableau 13 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles et de la dose sur la fécondité des femelles de *C. maculatus*.

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. totale	386822,5	1	386822,5	310,8760	0,000000
Var facteur 1 (Huile)	1427,8	2	713,9	0,5737	0,568485
Var facteur 2 (Dose)	405177,6	3	135059,2	108,5424	0,000000
Var interaction f1*2	1986,4	6	331,1	0,2661	0,949144
Var résiduelle	44794,8	36	1244,3		

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5% classe le facteur dose en quatre groupes homogènes. Le groupe A correspond à la dose de 0.4ml. La dose 0.2ml appartient au groupe B avec une fécondité moyenne de 32.5 œufs. Le groupe C correspond à la dose (0.1ml), et le groupe D comprend le témoin (0ml) avec une fécondité de 239.5 œufs (Tableau 14).

Tableau 14 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% suivant le facteur (dose) sur la fécondité des femelles de *C. maculatus*.

Dose	Fécondité moyenne	Groupes homogènes
0.4 ml	0,0000	A
0.2 ml	32,5000	B
0.1 ml	87,0833	C
00 ml	239,5000	D

1.3 Effet des traitements sur la viabilité embryonnaire de *C. maculatus*

Sans traitement, le taux de viabilité embryonnaire est égal à 93.90%, il diminue au fur et à mesure que la dose des traitements effectués avec les trois huiles végétales augmente.

Les trois types d'huiles (olive, tournesol et soja) ont totalement inhibé la ponte des œufs à partir de la dose 0.4ml/25g (Figure 17).

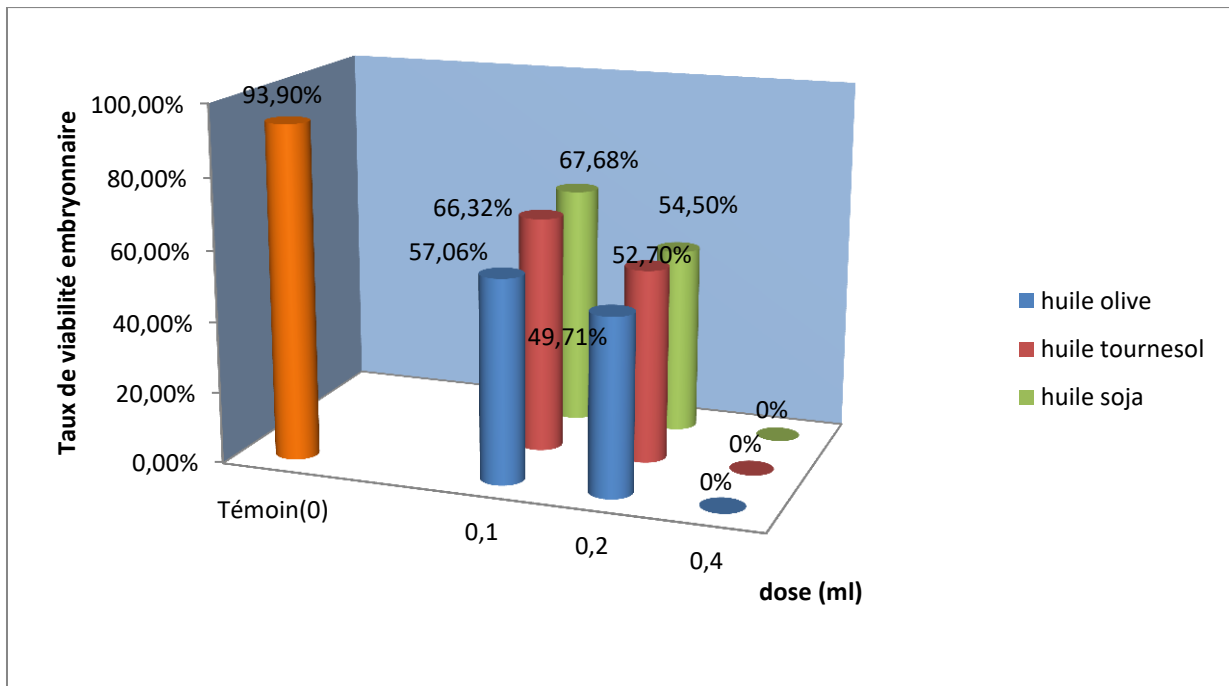


Figure 17 : Taux de la viabilité embryonnaire de *C. maculatus* en fonction de la dose et de l'huile testée.

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P=0,000$), et non significative pour le facteur huile et l'interaction entre les deux facteurs (l'huile-dose) (Tableau 15).

Tableau 15 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles et de la dose sur la viabilité embryonnaire de *C. maculatus*.

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. totale	264775,5	1	264775,5	227,1167	0,000000
Var facteur 1 (Huile)	913,8	2	456,9	0,3919	0,678612
Var facteur 2 (Dose)	384056,9	3	128019,0	109,8109	0,000000
Var interaction f1*2	1107,5	6	184,6	0,1583	0,986035
Var résiduelle	41969,3	36	1165,8		

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification 5%, classe les quatre doses en trois groupes homogènes. Le groupe A correspond aux doses 0.4ml et 0.2ml. La dose 0.1ml a un effet moyen, elle est classée dans le groupe B.

Le groupe C comprend le témoin avec un taux d'éclosion de l'ordre de 93% (Tableau 16).

Tableau 16 : résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% suivant le facteur (dose) sur la viabilité embryonnaire de *C. maculatus*.

Dose	Éclosion moyenne	Groupes homogènes
0.4 ml	0,0000	A
0.2 ml	17,6667	A
0.1 ml	53,9167	B
00 ml	225,5000	C

1.4 Effet des traitements sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*

Les trois huiles testées exercent une activité larvicide qui est proportionnelle avec l'augmentation de la dose.

Dans les lots témoins, le taux de viabilité post embryonnaire enregistré est de l'ordre de 66,50 %. A la plus faible dose (0,1 ml) testée, ce taux diminue jusqu'à 2,40 % (1 adulte émergeant) pour l'huile d'olive, 4,11% (2 adultes) pour l'huile de tournesol et 9,18% (5 adultes) pour l'huile de soja. Aucune émergence n'est enregistrée au niveau des graines traités avec la dose 0.4ml/25g (figure 18).

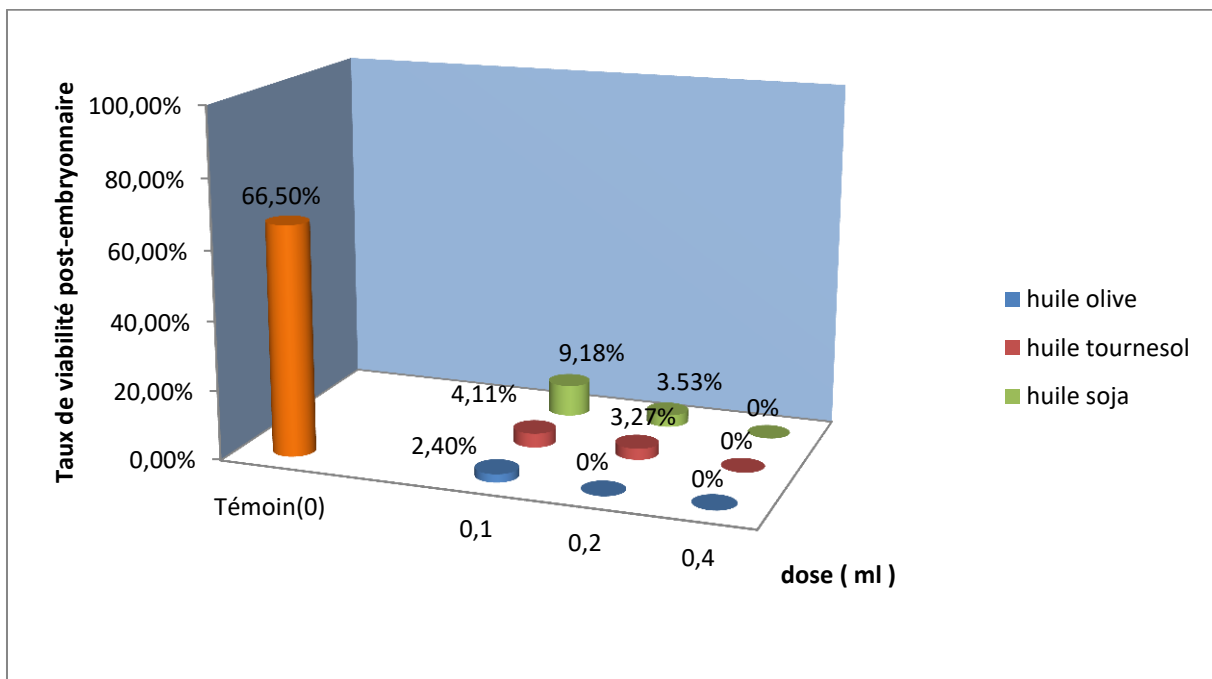


Figure 18 : Taux de la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus* en fonction de la dose et de l'huile testée.

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P=0,000$), et non significative pour le facteur huile, ainsi que pour l'interaction des deux facteurs (l'huile-dose) (Tableau 17).

Tableau 17 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles et de la dose sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*.

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. totale	69008,3	1	69008,33	153,2903	0,000000
Var facteur 1 (Huile)	11,5	2	5,77	0,0128	0,987267
Var facteur 2 (Dose)	195721,5	3	65240,50	144,9207	0,000000
Var interaction f1*2	40,1	6	6,69	0,0149	0,999983
Var résiduelle	16206,5	36	450,18		

Le test Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, classe le facteur dose en deux groupes homogènes. Les doses 0.1, 0.2 et 0.4ml sont classées dans le groupe A. Le groupe B correspond au témoin avec une émergence moyenne de 148,5 adultes (Tableau 18).

Tableau 18 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% suivant le facteur (dose) sur la viabilité post-embryonnaire de *C. maculatus*.

Dose	Emergence moyenne	Groupes homogènes
0.4 ml	0,0000	A
0.2 ml	0,2500	A
0.1 ml	2,9167	A
00 ml	148,5000	B

1.5. Effet des traitements sur les paramètres agronomiques de *V. unguiculata*

1.5.1 Effet sur la germination des graines

Il ressort de la Figure 19 que la faculté germinative des graines de niébé traitées avec les différentes huiles est de l'ordre de 100 % à partir de la dose de 0,1ml.

Par contre dans les lots témoins (0ml) dont les graines sont infestées par *C. maculatus*, le pouvoir germinatif est très significativement affecté avec un pourcentage qui est estimé à 14% seulement.

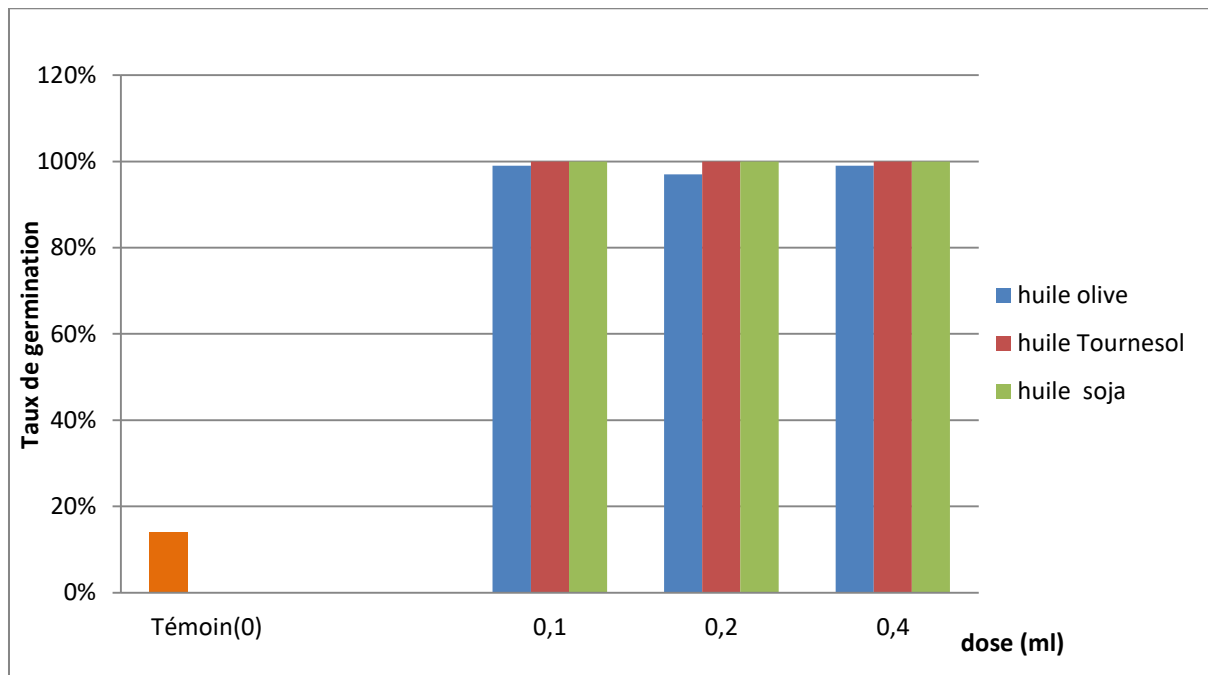


Figure 19 : Taux de germination des graines de *V. unguiculata*.

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle que le facteur dose a un effet très hautement significatif ($P=0,0000$) sur la conservation de la capacité germinative de *V. unguiculata*. Aucune différence significative n'est enregistrée pour le facteur huile et l'interaction entre les deux facteurs (Tableau 19).

Tableau 19 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles et de la dose sur la germination des graines de *V. unguiculata*.

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. totale	66603,00	1	66603,00	199809,0	0,000000
Var facteur 1 (Huile)	0,50	2	0,25	0,7	0,479603
Var facteur 2 (Dose)	22209,00	3	7403,00	22209,0	0,000000
Var interaction f1*2	1,50	6	0,25	0,7	0,613437
Var résiduelle	12,00	36	0,33		

Le test de Newman et Keuls, au seuil de classification de 5%, classe le facteur dose en trois groupes homogènes. Le groupe A correspond aux doses de 0.4ml et 0.2ml. Le groupe B correspond à la dose de 0.1ml, et le groupe C correspond au témoin (0 ml) (Tableau 20).

Tableau 20 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5% suivant le facteur (dose) sur la germination des graines de *V. unguiculata*.

Dose	Germination moyenne	Groupes homogènes
0.4 ml	50,00000	A
0.2 ml	50,00000	A
0.1 ml	49,00000	B
00 ml	0,00000	C

1.5.2 Effet des traitements sur la perte en poids

Les pertes en poids des graines sont liées au développement des larves de *C. maculatus*. Plus le nombre d'individus qui émergent est élevé, plus les pertes en poids sont importantes. Ceci a été approuvé dans les lots témoins où le poids moyen des graines après l'émergence de la première descendance est de 21.5g, ce qui dévoile une perte en poids de l'ordre de 3.5g comparativement au poids initial (25g). Les trois huiles testées procurent une protection complète des graines de *V. unguiculata* contre les attaques de *C. maculatus* à partir de la dose 0.2ml (figure 20).

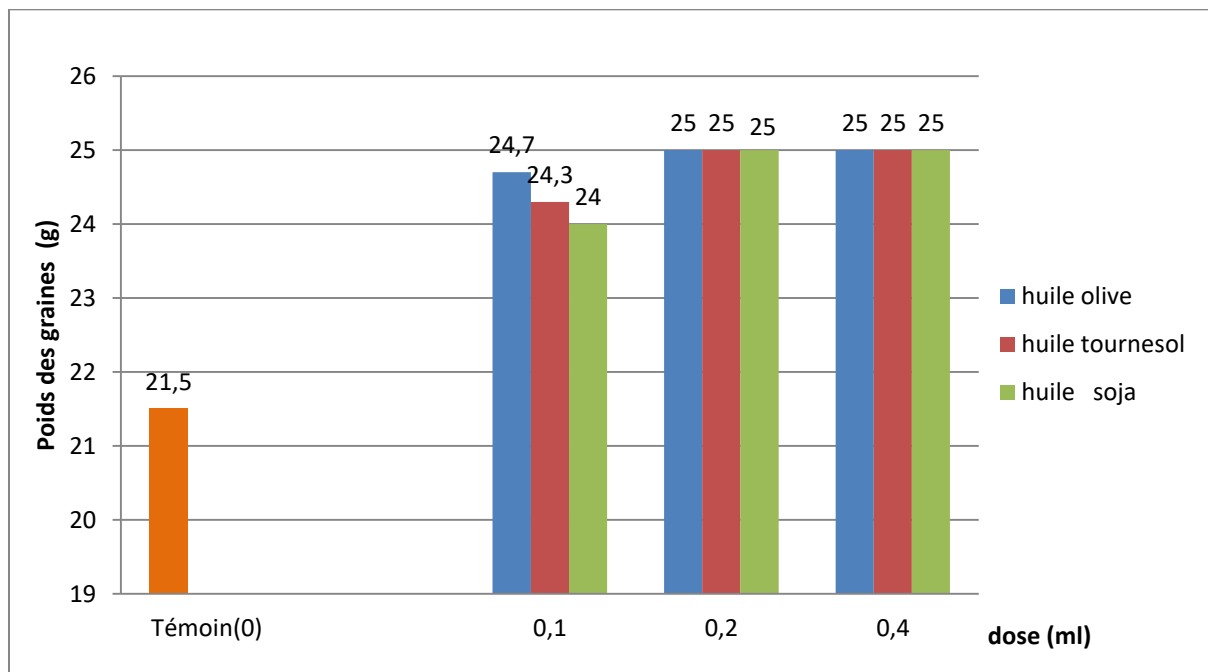


Figure 20 : Perte en poids des graines de *V. unguiculata*.

Chapitre 3 : Résultats et Discussion

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P=0,0000$), et non significative pour le facteur huile ainsi que pour leur interaction (Tableau 21).

Tableau 21 : Analyse de la variance au seuil de 5% concernant l'effet des trois huiles et de la dose sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*.

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
Var. totale	27624,01	1	27624,01	224104,6	0,000000
Var facteur 1 (Huile)	0,07	2	0,04	0,3	0,745746
Var facteur 2 (Dose)	101,52	3	33,84	274,5	0,000000
Var interaction f1*2	0,22	6	0,04	0,3	0,934947
Var résiduelle	4,44	36	0,12		

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, classe le facteur dose en trois groupes homogènes. Le groupe A correspond aux doses 0,2ml et 0,4ml, le groupe B correspond à la dose (0.1ml) et le groupe C correspond au témoin (0ml) (Tableau 22).

Tableau 22 : Résultats du test de Newman et keuls, au seuil de 5%, suivant le facteur (dose) sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*.

Dose	Poids moyen	Groupes homogènes
0.4 ml	25,00000	A
0.2 ml	25,00000	A
0.1 ml	24,45833	B
00 ml	21,50000	C

2. Discussion

2.1 Effet des traitements sur les paramètres biologiques de *C. maculatus*

Ce travail nous a permis de mettre en évidence l'effet insecticide de trois huiles végétales (huile d'olive, huile de tournesol et l'huile de soja) testées séparément à l'encontre de *C. maculatus*.

Il ressort de cette étude que les huiles végétales utilisées ont un effet toxique sur les paramètres biologiques de la bruche de niébé (la longévité des adultes, la fécondité, la viabilité embryonnaire et post-embryonnaire), en particulier à la plus forte dose testée 0,4ml/25g. Une toxicité avérée de l'huile d'olive par rapport aux deux autres huiles à la dose de 0,2ml/25g est également observée.

Les traitements des trois huiles, réduisent de façon très significative la longévité moyenne des bruches, qui ne dépasse pas 24 heures dans les traitements à base d'huile d'olive et 48 heures pour les traitements effectués avec les huiles de tournesol et de soja, à la dose de 0,4 ml/25 g des graines de niébé. La fécondité des femelles de *C. maculatus* est complètement inhibée, ce qui empêche l'émergence de la première génération à la dose de 0,4ml/25g.

Nos résultats sont similaires avec ceux rapportés par plusieurs auteurs comme : Kellouche *et al.*, (2004) ont constaté que l'huile d'olive de première pression et de deuxième pression réduit de façon très hautement significative la longévité des adultes de *C. maculatus* lorsque la dose augmente de 0,1 à 0,8ml par 50g de niébé.

Selon Rajapakse et Van Emden (1997), les traitements avec différentes huiles végétales, les huiles de maïs, d'arachide, de tournesol et de sésame, réduisent significativement la longévité des adultes de la bruche de niébé, à la dose 10 ml/kg.

Adli et Belmadani (2003) signalent que des traitements effectués montrent que toutes les huiles testées confèrent aux graines une protection totale à partir d'une dose de 0,4ml/25g pour l'huile de ricin, de soja, d'amande douce.

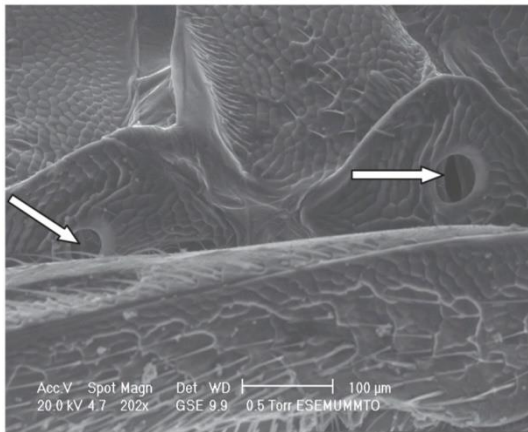
La réduction de la ponte peut être expliquée par la courte durée de vie des adultes et par la viscosité de l'huile qui empêche le rassemblement des deux sexes et leur accouplement chez la bruche de niébé (Seck, 1994).

Plusieurs études ont révélé que l'efficacité des huiles végétales utilisées comme insecticides est en fonction de leur composition acide (acide oléique, acide linoléique et acide stéarique). Ces composés ont été fréquemment caractérisés par leur toxicité vis-à-vis des insectes ravageurs des grains stockés comme *C. maculatus* (Don-pedro, 1989; Seck, 1994; Law-Ogbomo et Echarevba, 2006).

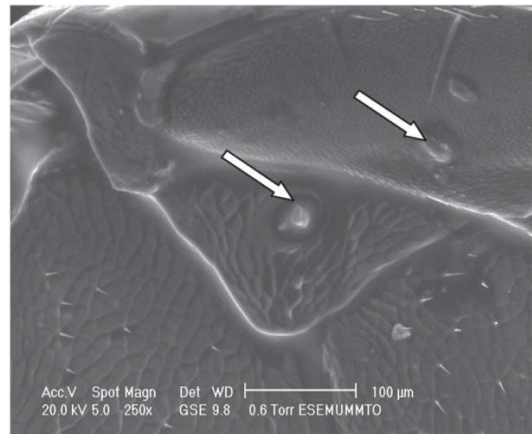
En outre, Kellouche (2011) note que la réduction de la longévité et de la fécondité des adultes de *C. maculatus* peut être due à l'action des acides gras (palmitique, linoléique et oléique). Cette action est plus significative dans les traitements effectués avec les huiles d'olive, comparativement aux traitements réalisés avec l'huile de tournesol. La plus grande différence au niveau de la composition entre ces deux types d'huiles, concerne leur concentration en acide oléique et en acide linoléique.

Divers auteurs ont émis des hypothèses pour tenter d'expliquer le mode d'action des huiles végétales sur les insectes des denrées stockées :

Ait Aider (2017) a montré que les traitements par contact de l'huile d'olive ou de l'acide oléique ou linoléique sur les bruches adultes de *C. maculatus* induisent la formation d'un film d'huile qui obture les orifices respiratoires, ou stigmates, privant ainsi l'insecte d'oxygène et provoquant son asphyxie. Les observations au microscope électronique à balayage (MEB) montrent clairement ces obstructions des stigmates respiratoires dues au traitement (Figure 21). La toxicité des acides gras s'exerce par la rupture des membranes cellulaires, sur la phosphorylation oxydative et sur la cuticule des insectes (Weinzeirl, 1998). D'après Raccaud-Schoeller (1980), la cuticule de ces insectes est principalement constituée de chitine qui est un polysaccharide azoté. En contact avec l'un de ces traitements, huile olive, acide oléique ou acide linoléique, il y a formation d'un polyester de couleur blanche à la surface de l'insecte qui résulterait probablement de la réaction entre OH du polysaccharide et l'acide gras (R-COOH).



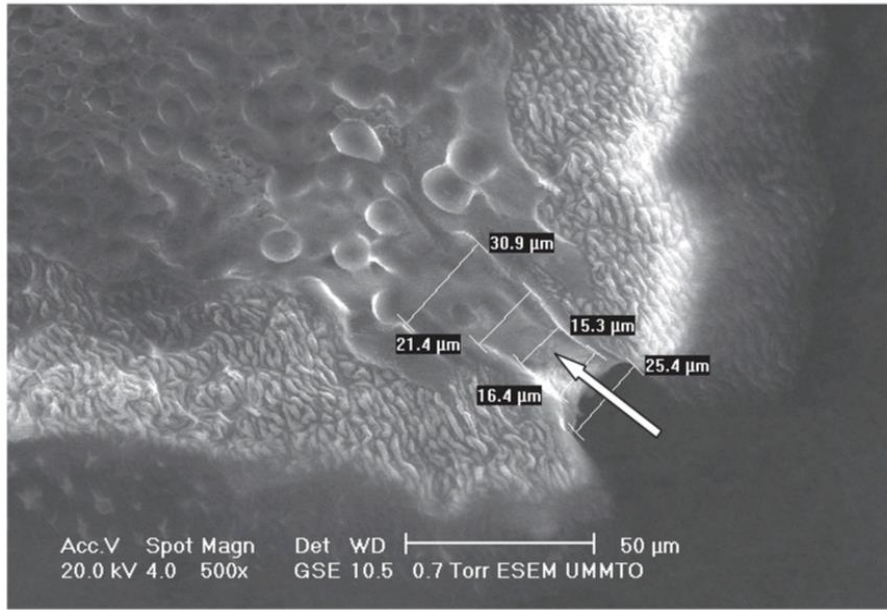
A: Stigmates respiratoires chez un adulte de *C. maculatus* ayant évolué sur des graines non traitées.



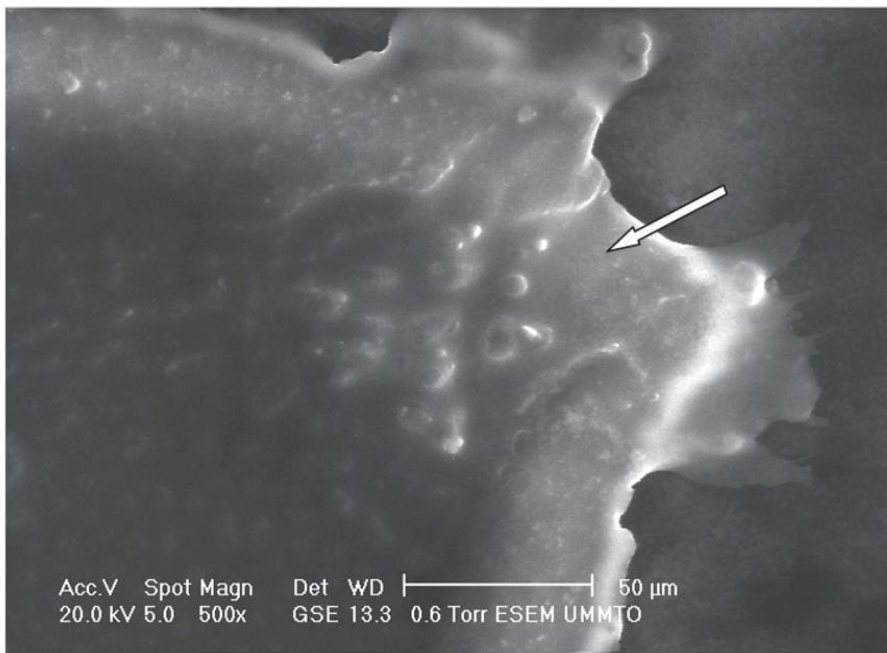
B: Stigmates respiratoires chez un adulte de *C. maculatus* ayant évolué sur des graines traitées.

Figure 21 : Photographie (MEB) des stigmates respiratoires des adultes de *C. maculatus* (Ait Aider, 2017).

L'observation de la morphologie des œufs de plusieurs espèces du genre *Callosobruchus* a permis à Credland (1992) d'émettre l'hypothèse d'occlusion du micropyle situé à la partie postérieure de l'œuf par les huiles ce qui provoquerait l'asphyxie de ce dernier. Il a aussi observé une diminution de l'adhérence de l'œuf sur la graine quand celle-ci est recouverte d'huile, ce que confirme Ait Aider (2017) puisque l'examen, au microscope électronique à balayage, des œufs pondus sur des graines déjà traitées, permet de constater un dépôt de produits dans le micropyle situé dans la partie postérieure de l'œuf, la voie à travers laquelle se font les échanges gazeux (Figure 22). Et d'après Don Pedro (1989), l'activité ovicide serait due également à l'accumulation des métabolites toxiques qui inhibent l'activité métabolique des œufs.



A: Partie postérieure d'un œuf de *C. maculatus* non traité



B: Partie postérieure d'un œuf de *C. maculatus* ayant évolué dans un milieu traité avec l'huile d'olive

Figure 22: Photographie au MEB de la partie postérieure de l'œuf (Ait Aider, 2017).

Les traitements effectués avec les trois huiles révèlent un effet larvicides très important à l'égard de *C. maculatus*, le taux de viabilité embryonnaire diminue avec l'augmentation des doses testées, il s'annule à la dose 0,4ml/25g pour les trois huiles. A cette dose, la survie post embryonnaire est également nulle.

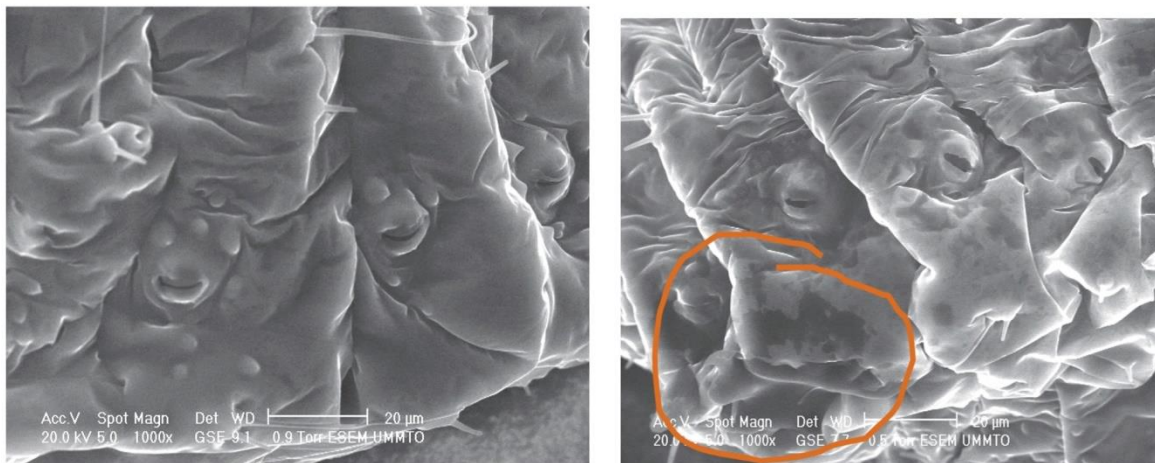
Namane et Mezani (2014) n'ont pas observé d'émergences d'adultes de *C. maculatus*, après le traitement des graines de niébé, avec des huiles d'olive de quatre régions différentes, à la plus forte dose 0,4ml / 25g.

Hamad et Yahiaoui (2003) notent que l'huile de tournesol induit une forte réduction du nombre d'individus émergés à la première génération.

Ramzan (1994) a rapporté également que les traitements des graines de *Vigna radiata*, avec les huiles issues des graines de coton, tournesol, arachide, soja, moutarde (dose = 30ml/kg) inhibent complètement l'émergence des adultes de la bruche du niébé.

De Groot (2004) explique que l'enrobage huileux empêche les insectes adultes et les larves d'entrer à l'intérieur des graines, le traitement affecte aussi la ponte des œufs ainsi que le développement de l'embryon et de la larve à la surface des grains, ceci a été démontré par Ait Aider (2017) au cours des examens au MEB qui ont été effectués sur les larves du stade L1 de *C. maculatus*. Il ressort que le traitement diffuse à travers la cuticule de la larve néonate.

La (Figure 23) montre la présence de taches d'huiles sur certaines parties du corps de la larve.



A : Larve du 1er stade ayant évolué sur une graine de niébé non traitée

B : Larve du 1er stade ayant évolué sur une graine de niébé traitée

Figure 23 : Photographie au MEB du premier stade larvaire de *C. maculatus* (Ait Aider, 2017).

2.2 Effet des traitements sur la perte en poids et la faculté germinative des graines de *V. unguiculata*

Les traitements avec les huiles (olive, tournesol, soja), ont permis la conservation du poids des graines de *V. unguiculata*. Aucune perte de poids à la plus forte dose (0,4 ml) n'est observée. Ils n'altèrent également pas la faculté germinative du niébé qui varie de 97 à 100 % dans tous les traitements, aux doses allant de 0,1ml à 0,4 ml.

Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par plusieurs auteurs. Namane et Mezani (2014) ont révélé que les traitements avec quatre huiles d'olive de différentes régions de Kabylie, à la plus forte dose (0,4ml) ont permis non seulement de conserver le poids des graines de *V. unguiculata*, mais également n'ont pas affecté leur pouvoir germinatif, il est de 100 % avec toutes les huiles, aux doses allant de 0,1 à 0,4 ml.

Hamad et Yahyaoui (2003) montrent que la faculté germinative des graines de *V. unguiculata* n'est pas affectée avec les huiles de tournesol, d'olive de première et deuxième pression et d'oléastre.

Adli et Belmadani (2003) rapportent que l'huile de soja, de ricin, de tournesol et d'amande douce, n'affectent pas le pouvoir germinatif des graines de niébé traitées aux doses de 0,2 et 0,4ml, en revanche celui-ci diminue en augmentant la dose à 1ml.

Kellouche (2005) a confirmé, que même à long terme, la faculté germinative des graines traitées avec l'huile d'olive et d'oléastre, n'est pas affectée, les traitements assurent une bonne protection durant une période de neuf mois, à la dose 0,8 ml/50 g, à l'égard des attaques de la bruche du niébé.

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail, nous pouvons conclure que les huiles d'olive, de tournesol et de soja testées ont un effet insecticide sur tous les paramètres biologiques de *C. maculatus*. L'effet le plus marquant est observé avec la dose de 0,4 ml/25g pour les trois huiles.

En effet, les traitements par contact ont révélé que les trois huiles testées ont un effet sur la longévité des adultes de *C. maculatus*, avec une durée de vie moyenne qui ne dépasse pas 24 heures, pour les traitements de l'huile d'olive et de 48 heures pour les huiles de tournesol et de soja à la dose de 0.4ml/25g. Alors que les individus des lots témoins, non soumis à l'action des huiles, vivent en moyenne 6 jours.

Les trois huiles inhibent complètement la ponte des femelles de *C. maculatus*, à la dose de 0,4ml/25g. L'éclosion des œufs a été également affectée par les traitements. En effet, toutes les huiles ont induit une inhibition de l'éclosion des œufs, à la dose de 0,4ml/25g, alors que dans les lots témoins, le taux d'éclosion moyen est de l'ordre de 93%. En conséquence, le taux de viabilité post-embryonnaire est nul chez *C. maculatus*, avec les trois huiles dans les tests effectués à la dose 0,4 ml / 25 g.

De plus, ces traitements n'affectent nullement la faculté germinative des graines de niébé et ils assurent également la conservation de leurs poids, en réduisant l'infestation de *C. maculatus*.

A la lumière des résultats obtenus, il a été mis en évidence l'efficacité des trois huiles (olive, tournesol, soja) utilisées séparément, à la dose de 0,4 ml/25g des graines de niébé. Donc, nous avons apporté la preuve scientifique que la phytothérapie est une méthode plus respectueuse de l'environnement, elle est relativement plus économique et pose moins de problèmes de toxicité, comparativement aux pesticides de synthèse.

En guise de perspectives, il serait intéressant d'étudier l'effet bio insecticide des autres huiles végétales, et de tester séparément les composés de ces huiles puis réaliser des mélanges afin de vérifier l'hypothèse de la synergie d'action des différents constituants vis-à-vis de *C. maculatus*. Il serait également souhaitable de chercher si ces traitements n'affecteraient pas la valeur nutritive de la graine.

Références bibliographiques

Adli H., Belmadani K., (2003) : Activité biologique de quatre huiles végétales à l'égard d'un ravageur des denrées stockées *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). These d'ing.Agr. U.M.M de Tizi-Ouzou. 70p.

Ait Aider F., (2017) : Activité Biologique des Principaux Constituants de l'Huile d'Olive de Kabylie sur *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat d'état, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 111p.

Anonyme 1 : <http://www.ethnopharmacologia.org/prelude2020/images/vignanguiculata1.jpg>

Anonyme 2 : <https://www.flipkart.com/full-image-view>

Anonyme 3 : <http://www.guide-phytosante.org/GPS/images/20121019-soja1.jpg>

Anonyme4:https://www.echlorial.fr/blog/wpcontent/uploads/2018/07/Soja_FlorianKaplari.jpg

Amari N., (2014) : Etude du choix de ponte de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cèdre, Ciste et Eucalyptus) sur l'activité biologique de l'insecte. Mémoire de Magister, U.M.M.T.O. 83p.

Apfelbaum M., Roman M., (2004) : Diététique et nutrition 6^{ème} Edition. Edition Masson. Paris. 357p.

APPERT J., (1985) : Le stockage des produits vivriers et semenciers .Edition Maisonneuve et Larose, Paris, 113p.

Ayerdi Gotor A., Berger M., Labalette F., Centis S., Dayde J., Calmon A., (2007): Variability of minor components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil from a multi-local study. In: Current Advances in the Biochemistry and Cell Biology of Plant Lipids. Proceedings of the 17th International Symposium on Plant Lipids. Edts : C. Benning and J.Ohlgroge. 248-252.

Balachowsky A.S., (1962): Entomologie appliquée à l'agriculture, les coléoptères Tome 1. Edition Masson et Cie, Paris , 547p.

Baldioli M., Servili M., Perretti G., Montedoro G.F., (1996) : Antioxidant activity of toopherols and phenoli compounds of virgin olive oil , Journal of the american oil hemists society. 73 : 1589-1593.

Bellakhdar J., (1997) : La pharmacopée marocaine traditionnelle. Edition Le Fennec, Casablanca, 477 p.

Bernard JR.P., Regnault-Roger C., Charle D., (2002) : Biopesticide d'origine végétale. Edition Lavoisier, paris, 319p.

Borget M., (1989): Les légumineuses vivrières. Edition Maisonneuve et Larose, Paris, 161p.

Brink M., Belay G., (2006): Plant Resources of Tropical Africa 1. Cereals and pulses, Foundation PROTA, Wageningen University, Pays-Bas, 328 p.

Brown L., Downhower J.F., (1998) : Analyses in behavioral ecology, A manuel of lab and field , Sinauer associates . 194p .

Caswell G. H., (1961): The infestation of cowpea the western region of Nigeria. Tropical sciences 3, 154 – 158.

Come D., Corbineau F., (2006) : Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules, Edition Lavoisier , Paris, 226p.

C.O.I, (2003) : Analyse spectrophotométrique dans l'ultraviolet , conseil oléicole internationale T20/doc n°16 6 juin 2003, Madrid Espagne. 81

Credland P.F., (1992) : The structure of bruchid eggs may explain the ovicidal effect of oils. Journal of Stored Products Research, 28: 1-9.

Cronquist A., (1981) : An intergrated system of classification of flowring plants, Edition Columbia University Press, New York, 1262p.

De Groot I., (2004): Protection des céréales et des légumineuses stockées. Agrodok 18. Digigraphi, Wageningen, Pays Bas, 74p.

Delobel A., Tran M., (1993): Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Edition Orstom, Paris, 442p.

Références bibliographiques

Don-Pedro K.N., (1989): Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus*. Pesticide Science, 26: 107-115.

Doumandji M.B., (1987) : Action des radiations Gamma sur la fertilité d' *Acanthoscelides obtectus*. Say (Coleoptera : Bruchidae). Thèse doct. 3eme cycle, faculté des sciences, Paris. 168p.

FAO., (2006) : L'état de la sécurité alimentaire dans le monde, bilan de 10 ans après le sommet mondial de l'alimentation.

FAO., (2007) : Statistical Databases. Food and Agricultural Organization of the United Nations,(FAO), Rome available at <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>.<http://apps.fao.org/default.htm>

Fernandes P., Cabral J., (2007) : Phytosterols, applications and recovery methods. Biores Technol. 98 : 2335-2350

Fery R.L., (1985): The genetics of cowpea: a review of the world literature. In: Cowpea research, production and utilization, Edition S.R. Singh et K.O. Rachie , New York, Etats- Unis, 25-62.

Fleurat Leussard F., (1980) : Enquête sur l'état sanitaire des stocks de grains en France. Deuxième partie. Bulletin technique d'information du ministère de l'agriculture, N° 349, 271 – 280.

Glitho I.A., (1990): Les Bruchidae ravageurs de *Vigna unguiculata* en zone guinéenne: Analyse de la diapause reproductrice chez les mâles de *Bruchidius atrolineatus* Pic. Thèse de Doctorat, Université François Rabelais, Tours, 100p.

Hamad DJ., Yahiaoui T., (2003) : Activité biologique de quatre huiles végétales à l'égard de *Callosobruchus maculatus*. Thèse d'ingénieur. Institut de Biologie U.M.M.T.O. P 52.

Hamadache A., Boulafa H., Aknine M., (1997) : Mise en évidence de la période de sensibilité maximale du pois chiche d'hiver envers les mauvaises herbes annuelle dans la zone littorale. Céréaliculture. 31. In : Maougal R. Techniques de production d'inoculum Rhizobial, Mémoire de magister en biotechnologies végétales, Université Mentouri, Constantine. Algérie.15.

Hubert J., (2006) : Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja – Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse, France. 174p.

Jermy T., Szentesi A., (2003) : Evolutionary aspects of host plant speciation : Astudy of bruchids . *Oikos*, 101 : 196-204.

Keita S.M., Vincent C., Schmit J.P., Arnason J.T., (2001): Insecticidal effet of *Thudja occidentalis* (*Cupressaceae*) essential oil on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). *Journal of Plant Science*, 81(1): 173 -177.

Kentour S., (1999) : Contribution à l'étude des protéines des graines de haricot dolique (*Vigna unguiculata*) au cours d'un essai à l'I.T.M.A. de Boukhalfa wilaya de Tizi ouzou, D.E.S. de biologie, institut de biologie de Tizi-Ouzou, 44p.

Kellouche A., Soltani N., (2004): Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus*. *International Journal of Tropical Insect Science*, 24: 184-191

Kellouche A., Soltani N., Kreiter S., Auger J., Arnold I., Kreiter P., (2004): Biological activity of four vegetable oils on *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera : Bruchidae), *REDIA*, LXXXVII : 39-47.

Kellouhe A., (2005): Etude de la bruche du pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de doctorat d'état, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 155p.

Kellouche A., (2011) : Activité biologique de quatre huiles végétales à l'égard de *C. maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). 21ème forum de l'association tunisienne des sciences biologiques : 28-31 mars 2011.p7.

Ketoh G.K., Glitho A. I., Huignard J., (2002) : Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (F.) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rond.) (*Hymenoptera* : Pteromalidae) to three essential oils. *J. Econ. Entomol.* 95 (1), 174-182.

- Kumar R., (1991):** La lutte contre les insectes ravageurs. Edition Karthala et CTA , France et Pays-Bas, 293p.
- Law-Ogbomo K.E., Egherveda R.K.A., (2006):** The use of vegetable oils in the control of *Callosobruchus maculatus* (f) (Coleoptera: Bruchidae) in three cowpea varieties. Asian Journal of plant science 5 (3): 547-552.
- Lee R.E., Lee M.R., Strong G., Gunderson G.M., (1993) :** Insect cold hardiness indices nucleating active micro-organism including their potential use for biological control. J. Insect. Phys.39 (1):1-12.
- Leonard D., (1987) :** Cultures traditionnelles de plein champ (Peace corps), 497p.
- Lush, W.M., Evans L.T., (1981):** Domestication and improvement of cowpea, Euphytica 30: 579-587.
- Lienard V., Seck D., (1994):** Revue des méthodes de lutte contre *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines de niébé (*Vigna unguiculata*) en Afrique tropicale, International Journal of Tropical Insect Science, 15 (3): 301-311.
- Namane D., Mezani F., (2014) :** Composition chimique de l'huile d'olive de différentes régions de Kabylie, étude de son activité insecticide à l'égard de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Mémoire de Master en Biologie. U.M.M.T.O. 36
- Okonkwo E.U., Okoye W.I., (2008) :** The control of *Callosobruchus maculatus* (F.) in stored cowpea with dried ground *Ricinus communis* (L.) leaves in Nigeria. Tropical pest management ,38(3): 237-238.
- Ouedraogo P.A., Sou S., Sanon A., Monge J.P., Huignard J., Tran B., Credland P.F., (1996):** Influence of temperature and humidity on population of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso. Bulletin of Entomological Research, 86: 695-702.

- Padulosi S., Ng N.Q., (1997):** Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L) walp. In: Singh BB., Mohan Raj DR., Dashiell KE., Advances in cowpea research. Copublication of International Institute of Tropical Agriculture and Japan International Research Center for Agricultural sciences, Sayce Devon, UK .1-12.
- Pasquet R., Baudoin J.P., (1997):** Le niébé, *Vigna unguiculata*. In : Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D., L'amélioration des plantes tropicales, Edition Cirad-Orstom, Montpellier (France), 483-505.
- Karleskind A., (1992) :** Manuel des corps gras. Edition : Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 1500p.
- Raccaud-Schoeller J., (1980) :** Les insectes: Physiologie, Développement. Edition Masson, paris. 296p.
- Rajapakse R., Van emden H.F., (1997) :** Potential of Four Vegetable Oils and Ten Botanical Powders for Reducing Infestation of Cowpeas by *Callosobruchus maculatus*, *C. chinesisand* *C. rhodesianus*.(Journal of Stored Products Research).Vol 33 (1):59-68.
- Ramzan M., (1994):** Efficacy of edible oils against pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* (F). Journal of Insect Science, 7(1): 37-39.
- Regnault-Roger C., Hamraoui A., (1994):** Reproductive inhibition of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by some aromatic essential oils. Crop Protection 13: 624-628.
- Reids DJ., Hendricks S.M., (1994) :** Consumer understanding and use of fat and cholesterol information on food labels. Can J Public Health 85, 334-337.
- Roehly Y., (2000) :** la fabrication de l'huile d'olive, une étude bibliographique, ESAT/CNEAEC. Montpellier. 1- 23.
- Roche J., Essahat A., Bouniols A., El Asri M., Mouloungui Z., Mondières M., Alghoum M., (2004) :** Diversified composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds within cultural practices and genotypes (hybrids and populations). The journal of Helia. (40): 73-98.

Roche J., Bouniols A., Mouloungui Z., Barranco T., Cerny M., (2006): Management of environmental crop conditions to produce useful sunflower oil components, *European Journal of Lipid Science and Technology*. 108 (4): 287-297.

Ryan D., Kevin K., (1998): Phenolic compounds in olives, *The analyst journal* vol 123(5): 31-44.

Sanon A., Ouedraogo A., Tricault Y., Credland P.F., Huignard J., (1998): Biological control of bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera:Pteromalidae) adults. *Environ. Entomol.* 27: 717 – 725.

Seck D., (1994) : Développement de méthodes alternatives de contrôle des principaux insectes ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l'utilisation de plantes indigènes. Thèse de Doctorat, Gembloux, Université de Liège, Belgique, 191p.

Seck D., Sidibe B., Haubruge E., Lienard V., Gaspar Ch., (1992) : La résistance variétale du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) à *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera. Bruchidae) : évaluation et perspectives d'utilisation au Sénégal. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 57 / 3a, 743-750.

Séri-Kouassi B., (2001) : Entomofaune du niébé en culture, bio-écologie et gestion des populations de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera Bruchidae) à l'aide des huiles essentielles comme bio-pesticides dans les stocks de denrée en Côte d'Ivoire. Thèse Université, Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 119 p.

Scotti G., (1978) : Les insectes et les acariens des céréales stockées. Edition AFNOR I.T.F.C. 221 p.

Shahein A., (1991) : Susceptibility of some stored product insects to high and low temperatures. *Zagazig. Journal of Agricultural Research. Egypt.*18 (2): 577-584

Simon H., Richard F., Bellanger M., Dominique D., Goubert C., Jeuffrault E., (1994) : La protection des cultures, Collection agriculture d'aujourd'hui. Edition Lavoisier Tec et Doc. Paris. 351p

Sinha S.K., (1980) : Légumineuses alimentaires, répartition, adaptation biologie de rendement, FAO, Rome.148p

Staton W.R., (1970) : Les légumineuses à graines en Afrique. Edition Lavoisier, Paris. 453p.

Huis A., Rooy M.,(1998): The effect of leguminous plant species on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its egg parasitoid *Uscana lariophaga* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Bulletin of Entomological research, 88(1): 93-99.

Weinzeirl R., (1998): Botanicals insecticides, soaps and oils. In: Rechcigl JE: Rechcigl NA Biological, biotechnological control of insect pest in. Lewis Publ., Boca Raton, Florida, 101-121.

Résumé

Les huiles d'olive, de soja et de tournesol ont été testées à différentes doses (0,1ml ; 0,2ml et 0,4ml) et dans des conditions de laboratoire sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (F) afin d'évaluer leur toxicité à l'égard de ce ravageur. L'étude de l'activité insecticide des traitements par contact a montré que ces trois huiles ont des effets sur la durée de vie des adultes de *C. maculatus*, la fécondité et la descendance. Les tests ont révélé que la ponte des femelles de *C. maculatus* et l'éclosion sont complètement inhibées à la dose 0,4ml/25g de graines, la viabilité post embryonnaire reste également nulle à la même dose comparativement à la série témoin. L'analyse des résultats des paramètres agronomiques (perte en poids et germination des graines) dénote que les traitements avec ces huiles assurent une protection totale des graines.

Les résultats obtenus ouvrent des perspectives d'utilisation des huiles d'olive, de soja et de tournesol comme un moyen alternatif à l'usage des pesticides pour la conservation des graines de niébé contre *C. maculatus*. En plus de leurs activités insecticides, elles présentent d'autres avantages comme la disponibilité, la faible toxicité et la biodégradabilité.

Mots clés : *Callosobruchus maculatus*, niébé, huiles végétales, activité insecticide.