



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master académique en Biologie
Spécialité : Oléiculture – Oléotechnie

Thème:

- *Effets bio-insecticides des quelques huiles essentielles et de l'huile d'olive à l'égard de Callosobruchus maculatus F. 1775 (Coleoptera : Bruchidae)*

Réalisé par :
MOUSSI Yamina - AMMAR
SNOUBER Naima -OUANDJELI

Devant le jury :
Président : M^{me} SAHMOUNE F.
Promotrice : M^{me} HEDJAL – CHEBHEB M.
Examinatrice : M^{me} HARCHAOUI C.
Examinatrice : Melle GUERMAH D.

Maître assistante classe A à UMMTO.
Maître de conférences classe A à UMMTO.
Maître assistante classe A à UMMTO.
Doctorante à UMMTO.

Année universitaire: 2015-2016



Remerciements

Je remercie Dieu le Tout Puissant qui m'a donné la force morale et physique pour achever ce travail. La réalisation d'un mémoire est une épreuve pas toujours facile et aussi je tiens à dire MERCI à toutes les personnes qui ont été à mes coté et mon fait croire ; que lorsqu' on veut on peut malgré tous les obstacles qu'on rencontre.

Je ne saurais commencer mes remerciements sans évoquer la personne qui m'a orienté vers ce sujet de thèse, qui a initié cette aventure et avoir bien voulu diriger ce travail. Je lui exprime ma très profonde reconnaissance pour sa gentillesse, son efficacité et sa grande disponibilité ; MILLE MERCI Mme HEDJAL.

Madame SAHNOUNE F., Maître assistante chargée de cours à la faculté des sciences biologiques et agronomiques à l'UMMTO, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire, pour son aide et ses précieux conseils.

Madame HARCHAOUI K., Maître assistante chargée de cours à la faculté des sciences biologiques et agronomiques à l'UMMTO, qui a accepté d'examiner notre travail.

Mademoiselle GUERMAH D., doctorante à la faculté des sciences biologiques et agronomiques à l'UMMTO, qui a accepté d'examiner notre travail.

Que tous les enseignants ayant attribué à notre formation trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nous tenons également à remercier :

Noura TOUBAL qui ma aider le long de ma formation en Master.

Toutes les personnes qui nous ont, de près ou de loin, apporté leur soutien surtout les Doctorantes en oléiculture Safia et Lynda.

Mille mercis à tous



DEDECASES

Je dédie ce travail à mes très chers parents qui ont été à mes côtés par leurs encouragements et leurs prières.

À mon mari Ali qui a été ma seconde force et mon soutien dans ma vie en couple.

À mes très charmantes petites filles qui ont fleuries ma vie, Dilia et Kenza et à mon troisième amour éternel.

À mes très chères sœurs : Ouerdia, Karima, Samia, Katia et Silia.

À mes frères : Hamid, Madjid et Aghiles.

À mes nièces et neveux

À ma belle-famille et surtout mon beau père « Arezki ».

À tous mes collègues à la subdivision agricole de Draa Ben Khedda (Saida, Rahima, Ouiza, Soraya, Lila, Lynda, Dalila....etc.).

À toute la promo oléiculture 2014/2016, mes enseignants qui ont été très compréhensifs et toutes mes amies.

MOUSSI Yamina

Listes des figures :

Figure 1: Matériels de laboratoire utilisé, (a) : Etuve réfrigérée, (b) : Balance, (c) : Loupe binoculaire	3
Figure 2 : <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	4
Figure 3 : <i>Eucalyptus Rudis</i>	5
Figure 4 : <i>Rosmarinus officinalis</i>	5
Figure 5 : L'olivier et sont fruit l'olive.....	6
Figure 6 : <i>vigna unguiculata</i>	7
Figure 7: Mâle (A) et femelle (B) de <i>C. maculatus</i>	8
Figure 8 : Élevage de masse de l'insecte ravageur des grains d'haricot de niébé	9
Figure 9 : Dispositif expérimental dans le traitement par inhalation.....	12
Figure 10 : Dispositif expérimental pour les tests de traitement avec l'huile d'olive .	13

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Le taux d'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> traité avec quatre l'huile essentielles à des doses variables	14
Tableau 2 : Résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) au seuil 5%, concernant l'effet de quatre huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> âgée de 3 jours.....	15
Tableau 3 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le Facteur huile.....	15
Tableau 4 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le Facteur dose	15
Tableau 5 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur les œufs de <i>C. maculatus</i> pour l'Interaction Facteur "Huile - Dose"	16
Tableau 6 : Le taux de viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> traité avec quatre l'huile essentielles à des doses variables au de 3 jours d'âge	17
Tableau 7: Résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) et leurs effets sur la viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> âgée de 3 jours.....	17
Tableau 8 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le taux des d'adultes émergés avec le Facteur huile	18
Tableau 9 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes émergés avec le Facteur dose.....	18
Tableau 10 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur les œufs de <i>C. maculatus</i> pour l'Interaction Facteur "Huile - Dose"	19
Tableau11: Le taux d'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> traité avec quatre l'huile essentielles à des doses variables à l'âge de 6 jour	20
Tableau 12 : Résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) au seuil 5%, concernant l'effet de quatre huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> âgée de 6 jours.....	20
Tableau 13 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le facteur huile.....	21
Tableau 14 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le Facteur dose	21
Tableau 15 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur les œufs de <i>C. maculatus</i> pour l'Interaction Facteur "Huile - Dose"	22

Tableau 16 : Le taux de viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> âgées de 6 jours traité avec quatre l'huile essentielles à des doses variables	23
Tableau 17: Résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) et leurs effets sur la viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> âgée de 6 jours	23
Tableau 18 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes émergés avec le Facteur huile.....	24
Tableau 19 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes émergés avec le Facteur dose	24
Tableau 20: Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur la viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> pour l'Interaction Facteur "Huile - Dose"	25
Tableau 21 : Le taux de viabilité des adultes de <i>C. maculatus</i> traité avec l'huile d'olive à des doses variables	26
Tableau 22 : Résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification (dose) et leurs effets sur la viabilité des adultes de <i>C. maculatus</i>	26
Tableau 23: Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre de mortalités des adultes de <i>C. maculatus</i> avec le facteur dose.....	27

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Matériels et méthodes.....	3
1.1 Matériels.....	3
1.1.1 Matériels du laboratoire	3
1.1.2 Matériels végétal	4
1.1.2.1 Les huiles essentielles	4
1.1.2.2. L'olivier	6
1.1.2.3. <i>Vigna unguiculata(L) Walp</i>	7
1.1.3 Matériel animal : La bruche du niébé (<i>Callosobruchus maculatus</i> (F.)	8
1.2. Méthodes	9
1.2.1Elevage de masse	9
1.2.2. Test d'inhalation sur les œufs de <i>C. maculatus</i>	10
1.2.2.1. Effets des huiles essentielles sur le taux d'éclosion des œufs	10
1.2.2.2. Effet des huiles essentielles sur le taux de viabilité des œufs.....	11
1.2.3. Dispositif expérimental pour les tests de traitement avec l'huile d'olive	13
1.2.3. 1. Teste par contact	13
1.2.3.2. Paramètre biologique étudié.....	13
1.2.4. Analyse statistique des données	13
Chapitre 2 : Résultats et discussion.....	14
2.1. Résultats	14
2.1.1. Résultats des tests par inhalation de quatre l'huiles essentielles sur <i>C. maculatus</i> :	14
2.1.1.1. Effet insecticide de quatre l'huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> âgés de 3 jours	14
2.1.1.2. Effet insecticide de quatre l'huiles essentielles sur la viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> âgés de 3 jours	17
2.1.1.3. Effet insecticide de quatre l'huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> âgés de 6 jours	20
2.1.1.4. Effet insecticide de quatre l'huiles essentielles sur la viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> âgées de 6 jours	23
2.1.2. Résultats des tests par contact avec l'huile d'olive	26
2.1.2.1. Effet de l'huile d'olive sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i> après 24 heures	26

2. 2. DISCUSSION	28
2.2. Discussion des résultats des traitements par inhalation avec les huiles essentielles.....	28
2.3. Discussion des résultats des traitements par contact avec l'huile d'olive	30
Conclusion.....	31

Introduction

La culture des légumineuses vivrières, source de protéine végétale, a été reconnue comme étant l'une des meilleures et moins coûteuses solutions pour l'alimentation des populations dans les pays en voie de développement (SOLTNER, 1990).

En Algérie la culture des légumineuses a un intérêt national, car elle doit permettre de satisfaire les besoins alimentaires, réduire les importations et limiter la dépendance économique vis-à-vis de l'étranger (ZAGHOUCHE, 1997).

Vigna unguiculata L. Walp. 1843 (Fabaceae : Rosales), est la plus importante légumineuse à graine dans les savanes tropicales d'Afrique. Elle est originaire d'Afrique du Sud-est et s'est diffusée dans le monde entier. Elle est cultivée et consommée exclusivement en Asie, en Amérique du sud et du centre, aux Caraïbes, aux Etats Unis, dans le Moyen Orient et en Europe. C'est un aliment très apprécié en Afrique car ses feuilles, ses gousses vertes et ses graines sèches peuvent être consommées et commercialisées (EHLER et HALL, 1997). La composition en acides aminés des protéines du niébé se rapproche de celle de la viande malgré un déficit en méthionine et cystéine (1,22%) mais avec un taux intéressant en lysine (6,92%) comparativement aux céréales (OUTOUL, 1984 ; TREMOLIERES et al., 1984 ; GODON, 1985) in HADOUUCHE et al., 2008.

En plus de ses qualités nutritionnelles, cette légumineuse améliore la fertilité des sols par sa capacité de fixer l'azote atmosphérique dans la partie racinaire (ADEOTI et al., 2002).

Cependant, il se pose un problème de conservation par les paysans, car les grains subissent d'énormes dégâts causés par les coléoptères Bruchidae. Parmi les espèces de Bruchidae déprédatrices du niébé, *Callosobruchus maculatus*. Cette dernière après neuf mois de conservation peut entraîner la perte totale de la récolte (BELL, 1994).

Cet insecte cause des dégâts très importants dans les stocks de niébé. C'est le développement de ses larves qui dépend des réserves contenues dans les cotylédons des graines qui est à l'origine de la perte de 80 à 100 % des récoltes après quelques mois de stockage (HUIGNARD, 1998)

Les dégâts occasionnés par cette bruche réduisent non seulement le poids, la valeur nutritive mais aussi une réduction du pouvoir germinatif des grains (ILLIASSA., 2004 ; DEMISSIE *et al.*, 2008).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail. Ainsi l'objectif de notre étude est de tester l'effet insecticide de quatre huiles essentielles de provenance tunisienne et une huile d'olive locale sur les différents stades de développement de *C. maculatus* (FAB).

L'activité de ces huiles a été évaluée par différentes tests :

tests d'inhalation pour les quatre huiles essentielles ;

tests par contact pour l'huile d'olive.

Plusieurs travaux ont été réalisés sur l'effet insecticide des huiles (végétales et essentielles) à l'égard de *C. maculatus*, pour cela on a éliminé la partie bibliographique et nous avons basé notre étude sur la partie pratique.

1. Matériels et méthodes

1.1 Matériels

1.1.1 Matériels du laboratoire

Le matériel utilisé pour nos essais est le suivant :

- Étuve réglée à une température $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$;
- Boîte de Pétri en plastique de 8,50 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur ;
- Des bocaux en verre, d'un volume d'un litre pour l'élevage de masse de l'insecte à étudiées et pour les traitements avec les huiles essentielles ;
- Micropipette pour le pipetage des huiles essentielles à expérimentées ;
- Papier filtre.
- Pipettes en verre (1 ml) pour le pipetage de l'huile d'olive à expérimentées ;
- Une loupe binoculaire ($G \times 20$) pour l'observation des œufs éclos;
- Une balance à affichage électronique pour les pesées des graines du haricot dolique ;
- Autres accessoires : tamis en plastique, pinceaux, ciseaux, l'acétone, rouleau adhésif, petite pelle en plastique, file et papier filtre (Figure 1).

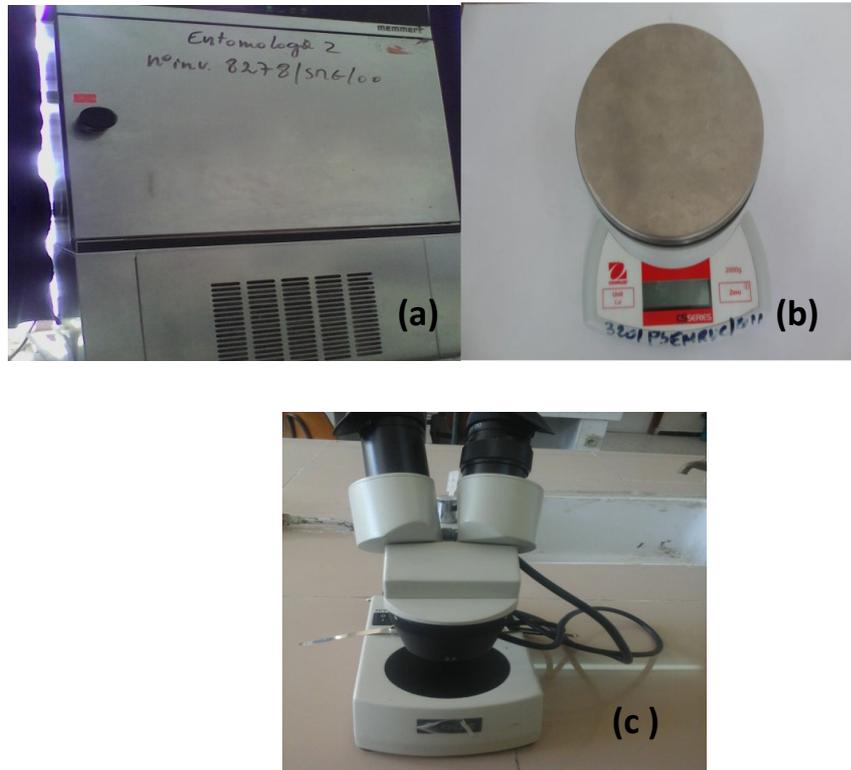


Figure1: Matériels de laboratoire utilisé, (a) : Étuve réfrigérée, (b) : Balance, (c) : Loupe binoculaire (Originale, 2016).

1.1.2 Matériels végétal

1.1.2.1 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles utilisées dans notre expérimentation sont de provenance tunisienne, les échantillons des différentes espèces ont été récoltés dans les régions de Korbos et Djebel Mansour. Ces dernières ont fait l'objet d'une extraction des huiles essentielles par hydrodistillation à l'INRAT (Institut National de Recherche Agronomiques de Tunis).

Les huiles essentielles utilisées dans nos essais sont issues des espèces suivantes :

Eucalyptus camaldulensis (Figure 2), *Eucalyptus rudis* (Figure 3) et *Rosmarinus officinalis* (Figure 4) ;



Figure 2 : *Eucalyptus camaldulensis* (ANONYME 1, 2016)



Figure 3 : *Eucalyptus Rudis* (ANONYME 2, 2016).



Figure 4 : *Rosmarinus officinalis* (Original, 2016)

1.1.2.2. L'olivier :

L'huile utilisée pour la réalisation du présent travail, provient des olives de la variété Chemlal qui ont été récoltés dans la région de Tirmatine (Draa Ben Khedda).

Les olives recueillies, ont été stockées durant un mois dans des sacs en plastique et à l'air libre. Puis ils ont été triturés dans une huilerie moderne à trois phases (figure 5).



Figure 5 : L'olivier et son fruit l'olive (Original, 2016).

1.1.2 .3. *Vigna unguiculata*(L) Walp.

Le haricot dolique utilisé provient du marché local de la ville de Tizi Ouzou

(Figure 6).



Figure 6 : *Vigna unguiculata*

(Photo original 2016)

1.1.3. Matériel animal ; (*Callosobruchus maculatus* (F.))

La bruche de niébé utilisé durant notre expérimentation provient des élevages réalisés au sein de notre laboratoire (Figure 7).

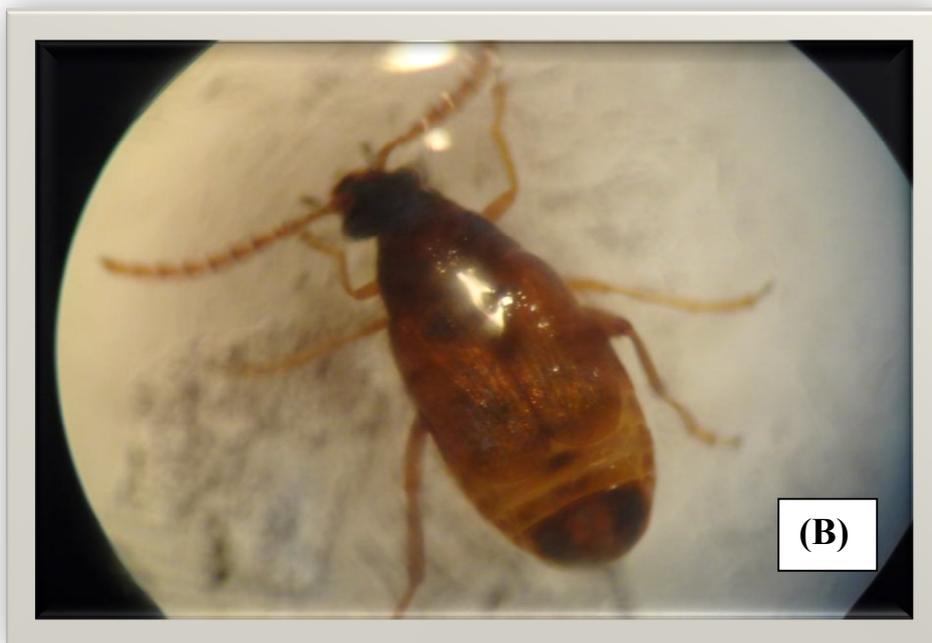
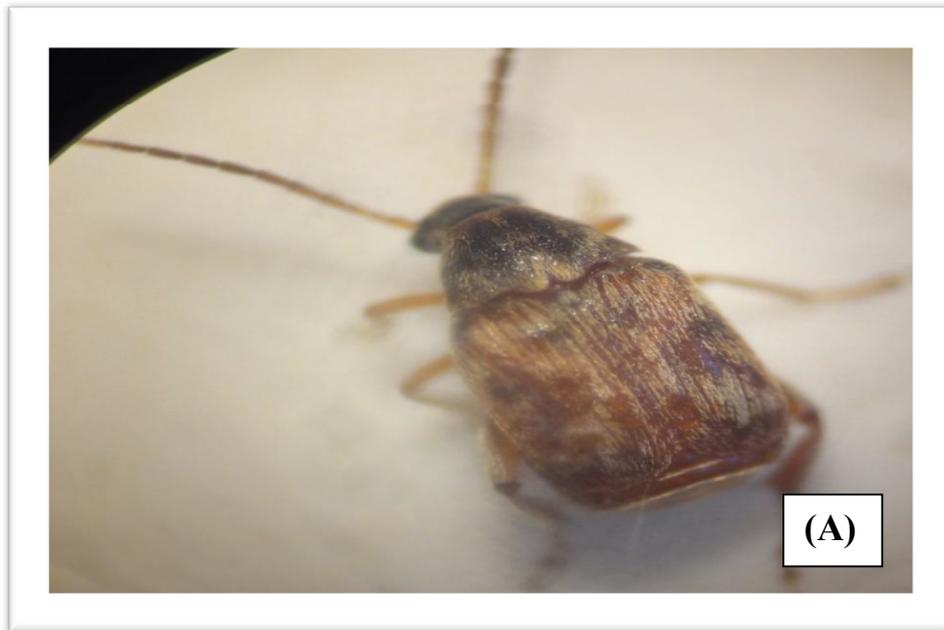


Figure 7: Mâle (A) et femelle (B) de *C. maculatus*.

1.2. Méthodes

1.2.1. Élevage de masse

Dans des bocaux en verre d'un demi-litre, un élevage de masse a été lancé comme suit :

- La contamination des graines de *Vigna unguiculata* par des adultes de *C. maculatus*, qui proviennent du laboratoire d'entomologie appliquée (II) de la Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Les insectes utilisés sont de sexe et d'âge inconnu. Les graines utilisées pour les élevages de masse sont issus du marché local et des lots non traités.

Ces élevages, sont placés dans une étuve, réglée à une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$.

Après 30 à 45 jours d'incubation, chaque jours les individus males et femelle émergents, âgés de 0 à 24 heures sont utilisés pour contaminer les graines saines de niébé des différents tests d'inhalation (Figure8).



Figure 8 : Élevage de masse de l'insecte ravageur des grains d'haricot de niébé (Originale, 2016)

1.2.2. Test d'inhalation sur les œufs de *C. maculatus*

1.2. 2.1. Effets des huiles essentielles sur le taux d'éclosion des œufs

Notre travail consiste à étudier le développement de 50 œufs âgés de trois (3) et six (6) jours soumis à différentes huiles essentielles par inhalation à des doses variable (6,5 ; 12,5 ; 25 et 50 µl/l) pour une durée d'exposition de 48 heures ;

Après avoir contaminé une quantité de graines saines de niébé avec des individus de *C. maculatus* dans des boucaux en verre. Après 24 heures, nous avons retirés les insectes puis nous avons gardés les œufs dans l'étuve.

À la fin de chacun des stades (3^{ème} et 6^{ème} jour), nous avons dénombrés pour chaque lot de grains 50 œufs (pas plus de 02 œufs par graines), chaque lot de grains est introduit dans un bocal en verre de 1 litre de volume, où un bout de papier filtre de 2 cm² est fixé par un fil à la face interne de couvercle.

Les graines de niébé, contaminées par 50 œufs âgés de 3 et de 6 jours, sont mises dans ces bocaux et une dose variable d'une huile essentielle est déposée sur le papier filtre avec une micropipette graduée. Ces bocaux seront fermés rapidement et hermétiquement à l'aide d'un joint adhésif.

Après un temps d'exposition de 48 h, les graines sont retirées des bocaux et elles sont ensuite introduites dans des boites de pétri en plastique de 8,5 cm de diamètre et 1 cm de hauteur. Ces dernières sont mises dans l'étuve pour suivre le devenir des œufs (éclosion et émergence).

Trois répétitions sont réalisées pour chaque dose et des lots témoins sont réalisés en parallèle (Figure 9).

L'œuf éclos ; c'est un œuf qui contient une poudre farineuse ou une larve à l'intérieur du chorion.

Le dénombrement des œufs éclos a été effectué à partir de 15^{ème} jour et le taux d'éclosion est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'éclosion des œufs (\%)} = \frac{\text{Nombre d'œufs éclos}}{50} \times 100$$

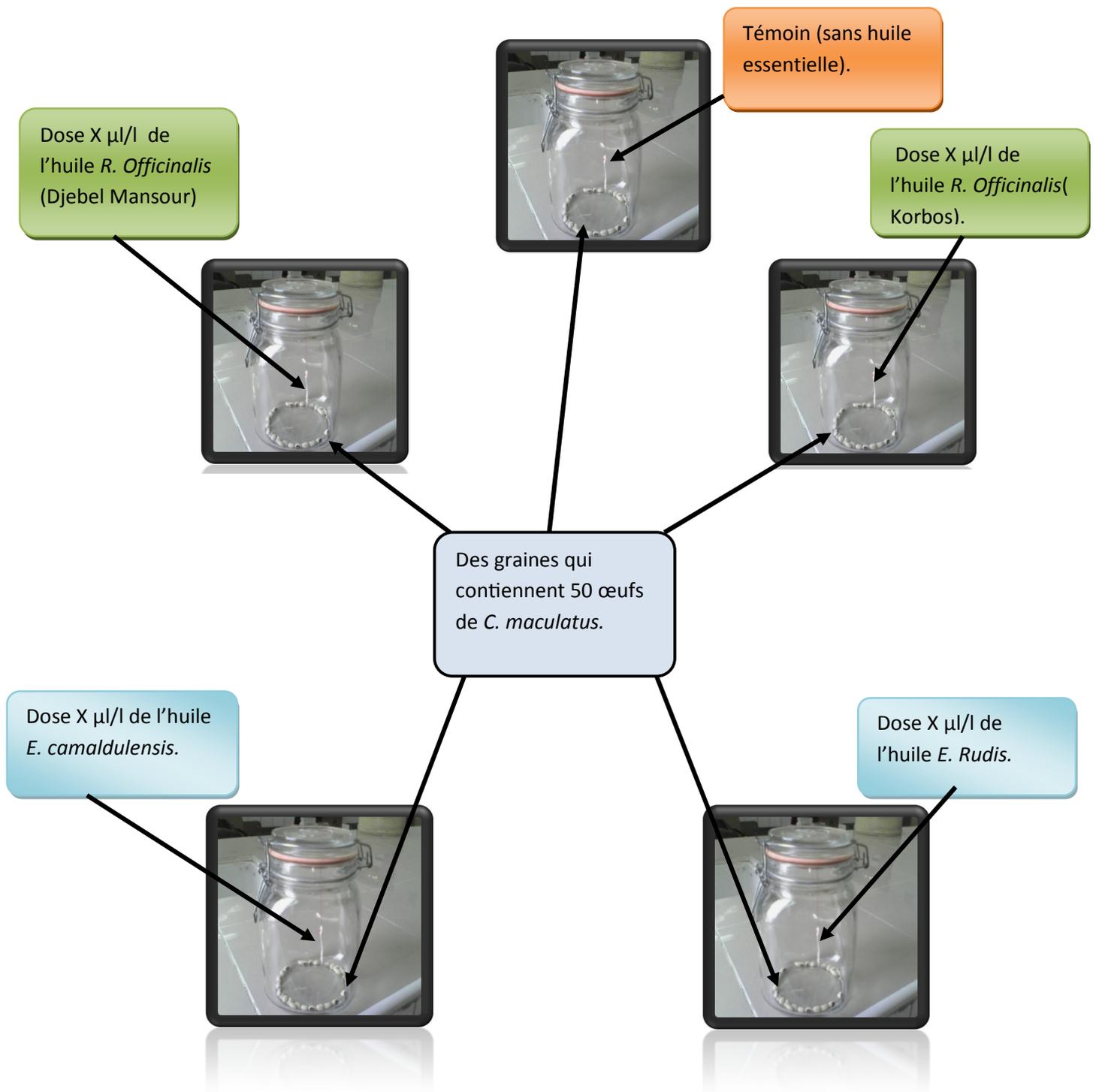
1.2.2.2. Effet des huiles essentielles sur le taux de la viabilité des œufs

Le taux de viabilité est estimé par le dénombrement des adultes émergés à partir des œufs traités du 21^{ème} jours au 45^{ème} jours.

La viabilité des œufs se manifeste par l'émergence d'un adulte.

Le taux de viabilité est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de viabilité des œufs (\%)} = \frac{\text{Nombre d'adulte émergé}}{50} \times 100$$



Les doses X sont : 6,5 ; 12,5 ; 25 et 50 $\mu\text{l/l}$ de l'huile essentielle utilisé.

Figure 9: Dispositif expérimental dans le traitement par inhalation (laboratoire d'entomologie appliqué, 2016).

1.2.3. Dispositif expérimental pour les tests de traitement avec l'huile d'olive

1.2.3.1. Test par contact

Nous avons introduit dans des boites de Pétri en plastique de 8,5 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur, 25 g de graines saines de niébé. Dans chaque boite de pétri, nous injectons une dose d'huile d'olive. Les doses utilisés sont : 1ml ; 1,2ml et 1,4 ml.

Après avoir bien mélangé l'huile d'olive avec les graines. 10 couples (10 mâles et 10 femelles) de *C. maculatus* âgés de 0 à 24 heures sont placés dans chaque boite. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dose, ainsi que pour le témoin (graines non traitées) (Figure 10).



Figure 10 : Dispositif expérimental pour les tests de traitement avec l'huile d'olive.

1.2.3. 2. Paramètres biologiques étudié

- **La longévité**

Les individus morts sont comptés et retirés de chaque boite de pétri, après le premier jour du lancement des tests (24 heures).

1.2. 4. Analyse statistique des données :

Les résultats obtenus ont été soumis aux tests de l'analyse de la variance à trois 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 STATITCF version 5).

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

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

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

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

2. Résultats et discussions

2.1. Résultats

2.1.1. Résultats des tests d'inhalation de quatre huiles essentielles sur *C. maculatus*

2.1.1.1. Effet insecticide de quatre huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus* âgés de 3 jours

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que le taux d'éclosion diminue avec l'augmentation de la dose des huiles essentielles.

A partir de la dose de 25 µl/l le taux d'œuf éclos s'annule (Tableau 1).

Tableau 1:Taux d'éclosion des œufs (%) de *C. maculatus* traités avec quatre huiles essentielles à des doses variables :

Doses	0 µl/l	6,5 µl/l	12,5 µl/l	25 µl/l	50 µl/l
Huiles					
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)	98 ± 0,00	43 ± 1,41	43 ± 1,41	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>R.officinalis</i> (Korbos)	98 ± 0,00	49 ± 1,41	37 ± 4,24	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus Rudis</i>	98 ± 0,00	32 ± 2,83	26 ± 5,66	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	98 ± 0,00	38 ± 5,66	22 ± 2,83	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification ont montré qu'il a une différence très hautement significatif pour le facteur huile (P= 0,0000), le facteur dose (P=0,0000) et leurs interactions (P= 0,0000) (Tableau 2).

Tableau 2: Résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) au seuil 5%, concernant l'effet de quatre huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus* âgés de 3 jours

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Variance totale	39	1349,12				
Variance Facteur 1	3	12908,40	2482,38	0,0000		
Variance Facteur 2	4	97,47	18,74	0,0000		
Variance Inter F1*2	12	48,80	9,38	0,0000		
Variance Résiduelle	20	5,20			2,28	6,7%

Le teste NEXMAN et KEULS classe le facteur huile en deux groupes homogènes qui sont : le groupe A correspondant aux huiles *R. officinalis* (Korbos) et *R. officinalis* (Djebel Mansour) ; le groupe B correspondant aux huiles *Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus Rudis* (Tableau 3).

Tableau 3 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le facteur huile :

Huiles essentielles	Moyenne	Groupes homogènes
<i>R. officinalis</i> (Djebel Mansour)	36,80	A
<i>R. officinalis</i> (Korbos)	36,80	A
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	31,60	B
<i>Eucalyptus Rudis</i>	31,20	B

Alors que le facteur dose est classé en quatre groupes homogènes dont ; on trouve le témoin (0 $\mu\text{l/l}$) dans le groupe A, la dose 6,5 $\mu\text{l/l}$ dans le groupe B ; 12,5 $\mu\text{l/l}$ dans le groupe C et la dose 25 $\mu\text{l/l}$ et 50 $\mu\text{l/l}$ sont dans le groupe (Tableau4).

Tableau 4 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le Facteur dose :

Doses	Moyenne	Groupes homogènes
0 $\mu\text{l/l}$	98	A
6,5 $\mu\text{l/l}$	40,50	B
12,5 $\mu\text{l/l}$	32,00	C
25 $\mu\text{l/l}$	0,00	D
50 $\mu\text{l/l}$	0,00	D

Quant à l'interaction facteur huile – dose, ils sont classés en cinq (5) groupes homogènes (Tableau 5):

Le groupe A correspond aux interactions huiles – témoins (0µl/l).

Le groupe B correspond à l'interaction facteur *R. officinalis* (*Korbos*)- 6,5µl/l.

Le groupe C correspond aux interactions des facteurs : *R. officinalis* (Djebel Mansour)- 6,5 µl/l, *R. officinalis* (Djebel Mansour)- 12,5 µl/l , *E. camaldulensis*- 6,5 µl/l et *R. officinalis* (*Korbos*) -12,5 µl/l.

Le groupe D correspond à l'interaction : *E. Rudis*- 6,5 µl/l.

Le groupe E correspond aux interactions des facteurs : *E. Rudis*- 12,5 µl/l et *E. camaldulensis*- 12,5 µl/l.

Le groupe F regroupe tous les interactions entre les quatre huiles avec les doses 25µl/l et 50µl/l.

Tableau 5 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur les œufs de *C. macultus* pour l'interaction facteur "Huile - Dose" :

Interaction F1-F2	Moyenne	Groupe homogène
<i>E. Rudis</i> - 0 µl/l	98	A
<i>E. camaldulensis</i> -0 µl/l	98	A
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 0 µl/l	98	A
<i>R.officinalis</i> (<i>Korbos</i>) - 0 µl/l	98	A
<i>R.officinalis</i> (<i>Korbos</i>) - 6,5 µl/l	49	B
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-6,5 µl/l	43	C
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 12,5 µl/l	43	C
<i>E. camaldulensis</i> -6,5 µl/l	38	C
<i>R.officinalis</i> (<i>Korbos</i>) -12,5 µl/l	37	C
<i>E. Rudis</i> -6,5 µl/l	32	D
<i>E. Rudis</i> -12,5 µl/l	26	E
<i>E. camaldulensis</i> -12,5 µl/l	22	E
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-25 µl/l	0	F
<i>E. camaldulensis</i> - 50 µl/l	0	F
<i>E. Rudis</i> - 25 µl/l	0	F
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 50 µl/l	0	F
<i>R.officinalis</i> (<i>Korbos</i>) - 50 µl/l	0	F
<i>E. camaldulensis</i> -25 µl/l	0	F
<i>E. Rudis</i> -50 µl/l	0	F
<i>R.officinalis</i> (<i>Korbos</i>) - 25 µl/l	0	F

2.1.1.2. Effet insecticide de quatre huiles essentielles sur la viabilité des œufs de *C. maculatus* âgés de 3 jours

Les résultats obtenus montrent qu'il y'a une différence remarquable entre le pourcentage des adultes émergés dans les lots témoins et celui des lots traités par les quatre huiles essentielles. Ce taux diminue au fur et à mesure que la dose augmente. Le taux le plus faible est enregistré avec l'huile d'*E. camaldulensis* avec 9%. Il s'annule à des doses de 25 µl/l et 50 µl/l pour toutes les huiles essentielles utilisées (Tableau 6).

Tableau 6 : Taux de viabilité des œufs (%) de *C. maculatus* traité avec quatre huiles essentielles à des doses variables au de 3 jours d'âge:

Huiles \ Doses	0 µl/l	6,5 µl/l	12,5 µl/l	25 µl/l	50 µl/l
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)	70 ± 0,00	39 ± 1,41	35 ± 7,07	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>R.officinalis</i> (Korbos)	70 ± 0,00	34 ± 8,49	18 ± 2,83	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus Rudis</i>	70 ± 0,00	25 ± 4,24	16 ± 2,83	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	70 ± 0,00	20 ± 2,83	9 ± 4,24	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (huiles, doses) au seuil 5% de signification, révèle une différence très hautement significative pour les facteurs ; huile (F1) (p = 0,0000), dose (F2) (p = 0,0001) et l'interaction des deux facteurs "huile – dose" (p = 0,0009) (Tableau 7).

Tableau 7: Résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) et leurs effets sur la viabilité des œufs de *C. maculatus* âgés de 3 jours :

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Variance totale	39	717,09				
Variance Facteur 1	3	6636,60	535,21	0,0000		
Variance Facteur 2	4	146,40	11,81	0,0001		
Variance Inter F1*2	12	61,70	4,92	0,0009		
Variance Résiduelle	20	12,40			3,52	14,8%

Le test de NEWMAN et KEULS classe les huiles utilisées en quatre groupes homogènes.

Le groupe A comprend les huiles de *R. officinalis* (Djebel Mansour), le groupe B comprend l'huile essentielle de *R. officinalis* (Korbos), le groupe BC comprend l'huile essentielle de *Eucalyptus Rudis* et le groupe BC comprend l'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* (Tableau 8).

Tableau 8 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes émergés avec le facteur huile :

Huiles essentielles	Moyenne	Groupes homogènes
<i>R. officinalis</i> (Djebel Mansour)	28,80	A
<i>R. officinalis</i> (Korbos)	24,40	B
<i>Eucalyptus Rudis</i>	22,20	BC
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	19,80	C

De même, le facteur dose est classé en quatre groupes homogènes. Le groupe A comprend le témoin (0 μ l/l). Le groupe B correspond à la dose de 6,5 μ l/l, le groupe C correspond à la dose de 12,5 μ l/l et le groupe D correspond aux doses de 25 μ l/l et 50 μ l/l (Tableau9).

Tableau 9 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes émergés avec le facteur dose :

Doses	Moyenne	Groupes homogènes
0 μ l/l	70	A
6,5 μ l/l	29	B
12,5 μ l/l	19,5	C
50 μ l/l	0,00	D
25 μ l/l	0,00	D

L'interaction facteur "huile – dose" est classée en six groupes homogènes :

Le groupe A comprend à l'interaction des facteurs huiles – témoins. Le groupe B comprend les interactions facteurs : *R. officinalis* (Djebel Mansour)- 6,5 µl/l, *R. officinalis* (Djebel Mansour)- 12,5 µl/l et *R.officinalis* (Korbos)-6,5µl/l, Le groupe C comprend les interactions facteurs :*E. Rudis*- 6,5 µl/l, *E. camaldulensis*- 6,5 µl/l et *R.officinalis* (Korbos) -12,5 µl/l, le groupe CD comprend l'interaction facteur : *E. Rudis*- 12,5 µl/l, le groupe DE comprend l'interaction facteur : *E. camaldulensis*- 12,5 µl/l et pour le groupe E regroupe tous les interactions entre les quatre huiles avec les doses de 25µl/l et 50µl/l (Tableau10).

Tableau 10 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur les œufs de *C. macultus* pour l'interaction facteur "Huile - Dose" :

Interaction F1 - F2	Moyenne	Groupes homogènes
<i>E. Rudis</i> - 0 µl/l	70	A
<i>E. camaldulensis</i> -0 µl/l	70	A
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 0 µl/l	70	A
<i>R.officinalis</i> (Korbos)* 0 µl/l	70	A
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-6,5 µl/l	39	B
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 12,5 µl/l	35	B
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 6,5 µl/l	34	B
<i>E. Rudis</i> -6,5 µl/l	25	C
<i>E. camaldulensis</i> -6,5 µl/l	20	C
<i>R.officinalis</i> (Korbos) -12,5 µl/l	18	C
<i>E. Rudis</i> -12,5 µl/l	16	CD
<i>E. camaldulensis</i> -12,5 µl/l	9	DE
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-25 µl/l	0	E
<i>E. camaldulensis</i> - 50 µl/l	0	E
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 25 µl/l	0	E
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 50 µl/l	0	E
<i>R.officinalis</i> (Korbos) -50 µl/l	0	E
<i>E. camaldulensis</i> -25 µl/l	0	E
<i>E. Rudis</i> -50 µl/l	0	E
<i>E. Rudis</i> - 25 µl/l	0	E

2.1.1.3. Effet insecticide de quatre huiles essentielles sur le taux d'éclosion de *C. maculatus* âgés de 6 jours

Le taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* est de l'ordre de 98% dans les lots témoins. Ce taux diminue au fur et à mesure que la dose des huiles essentielles utilisée augmente. Alors qu'il s'annule à la dose de 25µl/l et 50µl/l pour toutes les huiles après 48 heures d'exposition (Tableau 11).

Tableau 11 : Taux d'éclosion des œufs (%) de *C. maculatus* traités avec quatre huiles essentielles à des doses variables à l'âge de 6 jours :

Doses	0 µl/l	6,5 µl/l	12,5 µl/l	25 µl/l	50 µl/l
Huiles					
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)	98 ± 0,00	29 ± 1,41	15 ± 1,41	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>R.officinalis</i> (Korbos)	98 ± 0,00	46 ± 2,83	36 ± 2,83	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus Rudis</i>	98 ± 0,00	40 ± 5,66	37 ± 9,90	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	98 ± 0,00	28 ± 5,66	18 ± 2,83	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification ont montré qu'il y a une différence très hautement significative pour le facteur huile (P= 0,0000), facteur dose (P= 0,0000) et leurs interactions (P= 0,0001) (Tableau 12).

Tableau 12 : Résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) au seuil 5%, concernant l'effet de quatre huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus* âgés de 6 jours :

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Variance totale	39	1360,10				
Variance Facteur 1	3	12896,60	1357,54	0,0000		
Variance Facteur 2	4	160,63	1,91	0,0000		
Variance Inter F1*2	12	65,47	6,89	0,0001		
Variance Résiduelle	20	9,50			3,08	9,6%

Le teste NEXMAN et KEULS classe le facteur huile en deux groupes homogènes :

Le groupe A correspond aux huiles *R. officinalis* (Korbos) et *Eucalyptus Rudis*, le groupe B correspond aux huiles *Eucalyptus camaldulensis* et *R. officinalis* (Djebel Mansour) (Tableau 13).

Tableau 13 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le facteur huile

Huiles essentielles	Moyenne	Groupes homogènes
<i>R.officinalis</i> (Korbos)	36,00	A
<i>Eucalyptus Rudis</i>	35,00	A
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	28,80	B
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)	28,40	B

Le facteur dose est classé en quatre groupes homogènes ; le groupe A comprend le témoin (0 $\mu\text{l/l}$), le groupe B comprend la dose de 6,5 $\mu\text{l/l}$. La dose de 12,5 $\mu\text{l/l}$ est classée dans le groupe C. Alors que les doses de 25 $\mu\text{l/l}$ et 50 $\mu\text{l/l}$ sont regroupées dans le groupe D (Tableau 14).

Tableau 14 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des œufs éclos avec le facteur dose :

Doses	Moyenne	Groupes homogènes
0 $\mu\text{l/l}$	98	A
6,5 $\mu\text{l/l}$	35,75	B
12,5 $\mu\text{l/l}$	26,50	C
50 $\mu\text{l/l}$	0,00	D
25 $\mu\text{l/l}$	0,00	D

L'interaction facteur huile-dose est classée dans 7 groupes homogènes. Le groupe A correspond à l'interaction huile –témoin (0µl/l), le groupe B correspond à l'interaction : *R.officinalis* (Korbos) - 6,5 µl/l, le groupe BC correspond à l'interaction : *E. Rudis*- 6,5 µl/l, le groupe C regroupe les interactions : *E. Rudis*-12,5 µl/l et *R. officinalis* (Korbos) - 12,5 µl/l, le groupe D regroupe les interactions : *R. officinalis* (Djebel Mansour)- 6,5 µl/l et *E. camaldulensis*- 6,5 µl/l, le groupe E comprend les interactions : *E. camaldulensis*- 12,5 µl/l et *R.officinalis* (Djebel Mansour)- 12,5 µl/l et le groupe F regroupe toutes les interactions des quatre huiles essentielles avec les doses 25µl/l et 50 µl/l (Tableau15).

Tableau 15 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur les œufs de *C. macultus* pour l'Interaction Facteur "Huile - Dose" :

Interaction F1 - F2	Moyenne	Groupe homogène
<i>E. Rudis</i> - 0 µl/l	98	A
<i>E. camaldulensis</i> -0 µl/l	98	A
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 0 µl/l	98	A
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 0 µl/l	98	A
<i>R.officinalis</i> (Korbos)- 6,5 µl/l	46	B
<i>E. Rudis</i> -6,5 µl/l	40	BC
<i>E. Rudis</i> -12,5 µl/l	37	C
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 12,5 µl/l	36	C
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-6,5 µl/l	29	D
<i>E. camaldulensis</i> -6,5 µl/l	28	D
<i>E. camaldulensis</i> -12,5 µl/l	18	E
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour) -12,5 µl/l	15	E
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-25 µl/l	0	F
<i>E. camaldulensis</i> - 50 µl/l	0	F
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 25 µl/l	0	F
<i>R.officinalis</i> (Korbos) -50 µl/l	0	F
<i>E. Rudis</i> -50 µl/l	0	F
<i>E. camaldulensis</i> -25 µl/l	0	F
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-50 µl/l	0	F
<i>E. Rudis</i> -25 µl/l	0	F

2.1.1.4. Effet insecticide de quatre huiles essentielles sur la viabilité des œufs de *C. maculatus* âgés de 6 jours

D’après nos résultats, le taux de viabilité des œufs de *C. maculatus* traités au 6^{ème} jour, diminue au fur et à mesure que la dose des huiles augmente. Le plus faible taux (3%) a été enregistré avec la dose de 12,5 µl/l avec deux huiles essentielles de *R.officinalis* des deux régions (Djebel Mansour et Korbos).

Tableau 16 : Taux de viabilité des œufs (%) de *C. maculatus* âgés de 6 jours traités avec quatre huiles essentielles à des doses variables :

Doses	0 µl/l	6,5 µl/l	12,5 µl/l	25 µl/l	50 µl/l
Huiles					
<i>R. officinalis</i> (Djebel Mansour)	70 ± 0,00	11 ± 1,41	3 ± 1,41	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>R. officinalis</i> (Korbos)	70 ± 0,00	14 ± 8,49	3 ± 1,41	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus Rudis</i>	70 ± 0,00	35 ± 12,73	34 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	70 ± 0,00	11 ± 7,07	7 ± 4,24	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Les résultats de l’analyse de la variance à deux critères de classification ont montré qu’il y a une différence très hautement significative pour le facteur huile (P= 0,0000), facteur dose (P= 0,0000) et leurs interactions (P= 0,0001) (Tableau 17).

Tableau 17 : Résultats de l’analyse de la variance à deux critères de classification (Huile, dose) et leurs effets sur la viabilité des œufs de *C. maculatus* âgés de 6 jours :

	DDL	Carrés moyens	Test F	Probabilité	E. T.	C.V.
Variance totale	39	754,86				
Variance Facteur 1	3	6740,40	437,69	0,0000		
Variance Facteur 2	4	278,53	18,09	0,0000		
Variance Inter F1*2	12	111,20	7,22	0,0001		
Variance Résiduelle	20	15,40			3,92	19,7%

Le teste NEXMAN et KEULS classe le facteur huile en deux groupes homogènes qui sont : le groupe A correspond à l'huiles *E. Rudis*, le groupe B correspond aux huiles *E. camaldulensis*, *R. officinalis* (Djebel Mansour) et *R. officinalis* (Korbos) (Tableau 18).

Tableau 18 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes émergés avec le facteur huile :

Huiles essentielles	Moyenne	Groupes homogènes
<i>Eucalyptus Rudis</i>	27,80	A
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	17,60	B
<i>R.officinalis</i> (Korbos)	17,40	B
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)	16,80	B

Le facteur dose est classé en quatre groupes homogènes. Le groupe A correspond au témoin (0 $\mu\text{l/l}$), le groupe B correspond à la dose de 6,5 $\mu\text{l/l}$, le groupe C correspond à la dose de 12,5 $\mu\text{l/l}$ et les doses de 25 $\mu\text{l/l}$ et 50 $\mu\text{l/l}$ sont regroupées dans le groupe D (Tableau 19).

Tableau 19 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes émergés avec le facteur dose :

Doses	Moyenne	Groupes homogènes
0 $\mu\text{l/l}$	70	A
6,5 $\mu\text{l/l}$	17,50	B
12,5 $\mu\text{l/l}$	12,00	C
50 $\mu\text{l/l}$	0	D
25 $\mu\text{l/l}$	0	D

Résultats et Discussion

L'interaction facteur huile-dose est classée dans trois (3) groupes homogènes. Le groupe A correspond à l'interaction huile –témoin (0µl/l), le groupe B correspond aux interactions :

E. Rudis- 6,5 µl/l et *E. Rudis*-12,5 µl/l et le groupe C regroupe les interactions : *R. officinalis* (Kobros) - 6,5 µl/l, *E. camaldulensis*- 6,5 µl/l, *R. officinalis* (Djebel Mansour)- 6,5 µl/l, *E. camaldulensis*- 12,5 µl/l, *R. officinalis* (Korbos) - 12,5 µl/l, *R. officinalis* (Djebel Mansour) - 12,5 µl et toutes les interactions des quatre huiles essentielles avec les doses de 25µl/l et 50 µl/l (Tableau 20).

Tableau 20 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur les adultes émergés de *C. macultus* pour l'interaction facteur "Huile - Dose" :

Interaction F1- F2	Moyenne	Groupes homogènes
<i>E. Rudis</i> - 0 µl/l	70	A
<i>E. camaldulensis</i> -0 µl/l	70	A
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 0 µl/l	70	A
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 0 µl/l	70	A
<i>E. Rudis</i> -6,5 µl/l	35	B
<i>E. Rudis</i> -12,5 µl/l	34	B
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 6,5 µl/l	14	C
<i>E. camaldulensis</i> -6,5 µl/l	11	C
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-6, 5 µl/l	11	C
<i>E. camaldulensis</i> -12,5 µl/l	7	C
<i>R.officinalis</i> (Korbos) -12,5 µl/l	3	C
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-12,5 µl/l	3	C
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)-25 µl/l	0	C
<i>E. camaldulensis</i> - 50 µl/l	0	C
<i>R.officinalis</i> (Korbos) - 25 µl/l	0	C
<i>R.officinalis</i> (Korbos) -50 µl/l	0	C
<i>E. Rudis</i> - 50 µl/l	0	C
<i>E. camaldulensis</i> - 25 µl/l	0	C
<i>R.officinalis</i> (Djebel Mansour)- 50 µl/l	0	C
<i>E. Rudis</i> - 25 µl/l	0	C

2.1.2. Résultats des tests par contact

2.1.2.1. Effet de l’huile d’olive sur la longévité des adultes de *C. maculatus* après 24 heures

D’après nos résultats, l’huile d’olive testée s’est révélée très efficace à l’égard de *C. maculatus* à partir de la dose de 1 ml / 25g et après 24 heures de traitement, le taux moyen de mortalité des adultes de *C. maculatus* est de 100% (Tableau 21).

Tableau 21:Taux de mortalité des adultes (%) de *C. maculatus* traités avec l’huile d’olive à des doses variables :

Dose de l’huile	Taux moyen de mortalité
0	5 ± 5
1ml	100 ±0,00
1,2 ml	100 ± 0,00
1,4 ml	100 ± 0,00

Les résultats de l’analyse de la variance à un critère de classification et leurs effets sur la viabilité des adultes de *C. maculatus* ont montré qu’il y a une différence très hautement significatif pour le facteur dose (P= 0,0000) (Tableau 22).

Tableau 22 : Résultats de l’analyse de la variance à un critère de classification (dose) et leurs effets sur la viabilité des adultes de *C. maculatus* :

	DDL	CM	Test F	Probabilité	ET	CV
Variance total	11	74,02				
Variance F 1	3	270,75	1083,00	0,0000		
Variance résiduelle	8	0,25			0,50	3,3 %

Le facteur dose est classé en deux groupes homogènes ; le groupe A regroupe les doses de 1ml, 1,2ml et 1,4ml. Le groupe B correspond au témoin (Tableau 23).

Tableau 23 : Test de NEWMAN et KEULS au seuil $p = 5\%$, sur le nombre en (%) des adultes morts avec le facteur dose :

Dose	Taux moyenne de mortalité	Groupes homogènes
1ml	100	A
1,2 ml	100	A
1,4 ml	100	A
0 ml	5	B

2.2. DISCUSSION

2.2.1. Discussion des résultats des traitements par inhalation des huiles essentielles

Les quatre huiles essentielles utilisées au cours des traitements par inhalation, ont un effet insecticide hautement significatif sur les paramètres biologiques étudiées (éclosion et viabilité des œufs) de *C. maculatus*.

Les œufs de *C. maculatus* sont très sensibles aux traitements par inhalation à l'égard des huiles testés. Cette sensibilité se manifeste par la diminution des taux d'éclosion et de viabilité des œufs dans les lots traités par rapport au témoin.

Au fur et à mesure que la dose augmente ces taux diminuent et ils s'annulent à partir de la dose de 25µl pour toutes les huiles utilisées.

Les taux d'éclosion et de viabilité des œufs traités au 6^{ème} jour sont plus faibles par rapport aux œufs traités au 3^{ème} jour pour toutes les huiles essentielles sauf pour l'*E. Rudis* c'est l'inverse.

L'*Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus Rudis* révèlent un effet bio-insecticide le plus efficace à l'égard de l'éclosion des œufs de *C. maculatus* traités au 3^{ème} jour avec un taux d'éclosion des œufs le plus faible (22%) et (26%) respectivement, à la dose de 12,5µl/l et au temps d'exposition 48h.

R. officinalis (Djebel Mansour) et *Eucalyptus camaldulensis* sont les huiles qui ont un effet bio-insecticide le plus efficace à l'égard de l'éclosion des œufs de *C. maculatus* traités au 6^{ème} jour avec un taux d'éclosion le plus faible (15%) et (18%) respectivement, à la dose 12,5µl/l et au temps d'exposition 48h.

Nous pouvons déduire aussi que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* est plus efficace vis-à-vis des œufs âgés de 3^{ème} jour avec un taux d'émergence le plus faible 9% à la dose de 12,5µl/l et au temps de traitement 48h. Et *R. officinalis* (Djebel Mansour et de Korbos) est plus efficace vis-à-vis des œufs de 6^{ème} jour avec un taux de viabilité le plus faible 3% à la même dose (12,5µl/l).

Nos résultats sont similaires à ceux de HEDJAL (2014), le traitement des graines de niébé avec les huiles essentielles à différentes doses réduit significativement le taux

d'éclosion des œufs de *C. maculatus* comparativement au témoin (plus de 95%) et le taux d'éclosion nul des œufs de *C. maculatus*, la dose nécessaire est variable : 6,5µl/50g pour *T. articulata* tunisienne, 12,5µl/50g pour *T. orientalis* algérienne, 25µl/50g pour *P. halipensis* tunisienne et *T. articulata* algérienne et 50µl/50g pour *C. sempervirens* de provenance algérienne et tunisienne. De même les résultats des tests de toxicité des huiles essentielles des quatre espèces de genre *Eucalyptus*, montrent que le taux de viabilité des œufs de la bruche de niébé est nul à la dose de 12,5µl/50g.

De même ADJELOUT et BOUGHEDA (2002), ont constaté qu'avec l'huile essentielle d'*E. globulus* (24µl/l), le taux d'éclosion des œufs est estimé à 46,667%, contre 94,333% dans les lots témoins, ce qui signifie que ce taux d'éclosion des œufs est hautement affecté par le traitement inhalatoire et ont obtenu dans les témoins 86,33% d'adultes émergés contre 34,33% dans les lots traités par l'huile de l'*E. globulus*.

Pour SAHAF et MOHARRAMIPOUR (2008), l'huile essentielle de *Carum capticum* a provoqué 100% de mortalité sur les œufs, les larves et les adultes de *C. maculatus* par inhalation après 24 heures d'exposition, quelle que soit la dose utilisée (0,9 ; 1,01 et 2,5µl/l).

L'efficacité des huiles du genre *Eucalyptus* peut être due au composé majoritaire qui est le 1-8 cinéole. D'après nos résultats, nous pensons que les composés terpéniques ont entravé le développement des œufs et de ce fait, la viabilité des œufs est affectée. Selon REGNAULT et al (2008) ; les composés terpéniques provoquent une activité ovicide et larvicide au stade néonatale et ultérieurs.

AGGARWAL et al. (2001) signalent que le 1-8 cinéole est moyennement répulsif à la dose de 4µl. Alors que l'application par fumigation, à la dose de 1µl/l d'air, provoque un taux de mortalité de 100% chez les adultes de *C. maculatus*, *R. dominica* et *Sitaphilusoryzae*.

HEDJAL (2014) ; note que le taux de mortalité des adultes de *C. maculatus* atteint 100% après 24 h d'exposition avec l'huile essentielle d'*E. cenerea* à la dose 25µl/l.

2.2.2. Discussion des résultats des traitements avec l'huile d'olive

D'après les résultats obtenus, l'huile d'olive testée a révélé une activité biologique très importante à l'égard des adultes de *C. maculatus*. Cet effet insecticide est observé après 24 heures de traitement, à partir de la dose de 1 ml / 25g de graines.

Nos résultats sont similaires avec ceux rapportés par plusieurs auteurs. En effet, NAMANE et MEZANI (2014) ont signalé un taux moyen de mortalité de 100 % des adultes de *C. maculatus* traité à la dose de 0,4ml / 25g avec des huiles d'olive issus des régions (Maâtkas, Tizi-Rached, Beni-Yenni et Sidi-Aïch).

BOUZIDI et TOUBAL (2015), ont noté que les quatre huiles d'olive testées de différentes régions ont révélé une activité biologique très importante à l'égard des adultes de *C. maculatus*, *S. oryzae* et *R. dominica*. Cet effet insecticide est observé après 24 heures de traitement, à la plus forte dose (0,4ml / 25g de graines), et après 7 jours, à la plus faible dose (0,1ml / 25g de graines).

KELLOUCHE (2005) note que les graines de *Vigna unguiculata* traitées avec les huiles d'olive de première et de deuxième pression, les huiles d'oléastre et de tournesol, réduisent de façon très significative la longévité des adultes de *C. maculatus*. La mortalité totale des adultes a été obtenue à la dose 0,8 ml / 50g en moins de 24 heures.

De même KELLOUCHE et *al.* (2004), ont noté aucune émergence d'adulte de *C. maculatus*, traité avec l'huile d'olive de première et de deuxième pression, les huiles d'oléastre et de tournesol, à la dose de 0,4 et 0,8ml / 50g.

Dans les mêmes conditions expérimentales, NAMANE et MEZANI (2014) n'ont pas observé d'émergence d'adultes chez *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 / 50g).

Conclusion

Notre étude, nous a permis à déterminer l'effet bio - insecticide des quatre huiles essentielles : *Eucalyptus Rudis*, *Eucalyptus camaldulensis* et le *Rosmarinus officinalis* (Djebel Massour et Korbos) sur certains paramètres biologiques de *C. maculatus* a savoir l'éclosion et la viabilité des œufs. Ainsi que l'effet de l'huile d'olive sur les adultes de *C. maculatus*. Cet effet insecticide est lié à plusieurs paramètres à savoir la nature des huiles essentielles utilisées, la dose utilisée, l'âge des œufs traités (3^{ème} et 6^{ème} jour) et la durée d'exposition (48 heures).

D'après les résultats obtenus, nous pouvons conclure que les huiles essentielles utilisées ont un effet bio-insecticide hautement significatif sur les œufs traités au 6^{ème} jour par rapport aux œufs traités au 3^{ème} jour ainsi que les taux d'éclosion et de viabilité diminuent au fur et à mesure que les doses des huiles essentielles utilisées augmentent et ils s'annulent à partir de la dose de 25 µl/l pour toutes les huiles essentielles testées.

Nos tests ont montré aussi, que l'huile d'olive utilisé est révélée très toxique vis-à-vis des adultes de *C. maculatus*, après 24 heures d'exposition à partir de la dose de 1 ml / 25 g du niébé.

D'après nos résultats, nous constatons que les huiles essentielles sont plus toxiques que les huiles végétales, car à de très faible dose elles sont très toxiques.

Les substances naturelles extraites des plantes, particulièrement les huiles essentielles, peuvent être un bon moyen en matière de lutte pour réduire l'utilisation des pesticides de synthèses afin de protéger les denrées stockées contre les ravageurs, tout en préservant l'environnement.

Il serait intéressant de complétés par d'autres tests sur les mêmes huiles essentielles de provenance algérienne.

Enfin, il s'avère donc nécessaire, pour protéger efficacement les denrées stockés de la bruche de *C. maculatus*, de combiner la résistance variétale et les méthodes traditionnelles de lutte, ce qui est intéressant sur le plan agronomique et économique, afin de réduire les pertes occasionnées dans les entrepôts de stockage et d'assurer un produit de graines indemnes de toutes infestation, propres et saines au consommateur et valable pour l'agriculture.

AGGARWAL, K.K., TRIPARTHI, A.K., PRAJAPATI, V., KUMAR S., 2001. Toxicity of 1-8 cinéole to wards threespecies of stored product coleopteran. Insect science and Application. Vol.21, N° 2. PP : 155-160.

ANONYME1 ,https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/45/700_yr_red_river_gum.jpg/290px-700_yr_red_river_gum.jpg

ANONYME 2. <https://florabase.dpaw.wa.gov.au/science/timage/5763ic1.jpg>

BALACHOWSKY A. S., 1962 - Entomologie appliquée à l'agriculture, Tome 1. Volume 1 : Coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris : 304, 392, 485 – 487.

BELL A., 1994. Emploi des substances végétales comme produits de protection des stocks contre le grand capucin des grains de maïs (*Prostephanus truncatus*) et autres ravageurs. GTZ, Eschborn, Allemagne: 7p.

BOUZIDI M. et TOUBAL M., 2015, Effet insecticide de l'huile d'olive de différentes régions de Kabylie à l'égard de quatre coléoptères ravageurs des grains stockés : *Sitophilus oryzae* (Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Bostrychidae), *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) et *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae). Mémoire de Master en Biologie. U.M.M.T.O. P 55

BRUNETON J., 2005. Plantes toxiques, végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. 3 eme édition. Edition Tec et Toc. 419p.

BOUGHEDA O. & ADJELOUT C., 2002 : Etude des effets biocides de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur le bio cycle de *C. maculatus*Fab. Mémoire DES en Biologie. Option : Biologie et Physiologie végétale UMMMTO. 86 p.

DELOBEL A., et TRAN M., 1993 – Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom, Paris : 103 – 106 , 275 – 278 , 312 – 316 , 342 – 343.

DEMISSIE G., TEFRA T. ET TADESSE A., 2008. Efficacy of silicoSec, filter cake and wood ash against the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera : curculionidae) on three maize genotypes. *Journal of Stored Product Research*, 44: 227-231.

EHLER D. J. et HALL.A. E., 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata*) . *Field, Crops Research*. 53, 187-204.

HADOUCHE L. ET FERHAT DJ., 2008, évaluation de l'effet bio-insecticide de quatre huiles essentielles pour la protection de la graine de niébé à l'encontre de la bruche (*Casollobruchus maculatus* F. Coléoptera : Bruchidae). Thèse d'ingénieur d'Etat en biologie. UMMTO.57p.

HEDJAL M., 2014. Identification des principes actifs des huiles essentielles de quelques résineux et plantes aromatique de provenance Algérienne et Tunisienne. Etude de leurs activité biologique à l'égard d'un insecte ravageur des graines stockées, *Callosobruchus maculatus* F. 1775 (Coleoptera : Bruchidae). Thèse Doctorat d'Etat en Biologie, UMMTO. 99 P.

HUIGNARD J., 1998. Lutte biologique contre les Bruchidae, ravageurs du niébé en Afrique de l'Ouest. Summary reports of European Commussion Supported STD-3 projects (1992-1995), publier par CTA. 160- 164.

ILLIASSA N., 2004. Analyse de la gestion post-récolte de *Vigna unguiculata* (Walp) Fabaceae et évaluation de l'importance insecticide des huiles essentielles de trois plantes aromatiques. Mémoire de Maitrise en Biologie et Physiologie Animale, Université Ngaoundéré, Cameroun. 59p.

KELLOUCHE A., 2005. Etude de la bruche de pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coléoptera : Bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de doctorat en biologie. UMMTO. 130p.

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.

NAMANE D. et 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. : Pp 20 - 34.

REGNAULT – ROGET C. (2008) : Bio-pesticides d'origine végétal. 2ème Ed. Tes et Doc.

Lavoisier, Lassay-les-Chateaux. PP 186-199.

SAHAF B.Z. et MOHARRAMIPOUR S., 2008. Fumagant toxicity of *Carum capticum* and *Vitex pseudo negundo* essential oils against eggs, larvae and adults of *Callosobruchus maculates*. Journal Pesticide science. Vol. 81 :213- 220.

SOLTNER D., 1990- les bases de la reproduction végétales. Sol, Climat, Plante. Ed. Lavoisier, 464 p.

ZAGHOUANE O., 1997. La situation actuelle et les perspectives de développement des légumineuses en Algérie ; Revue Céréaliculture, 34, Pp 27-30.