

République Algérienne Démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département de Biologie



## *Mémoire de fin d'études*

*En vue de l'obtention du diplôme de master académique en Biologie*

**Spécialité : Entomologie Appliquée à la Médecine, à l'Agriculture et la  
Foresterie.**

### ***Thème***

Effet bio insecticide de l'huile d'olive et de l'acide oléique à  
l'égard de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera-Bruchidae),  
en utilisant deux substrats : le niébé et le pois chiche.

Présenté par : *M<sup>me</sup> LOUNI HADJILA et*

*M<sup>me</sup> TAMANI FATIMA*

**Promotrice :** Mme AIT AIDER

**Devant le jury :**

**Président :** Mr KELLOUCHE                      Professeur                      UMMTO

**Examinatrices :** Mme AOUAR                      M.C.C.A                      UMMTO

Mme HEDJAL                      M.C.C.B                      UMMTO

**Promotion 2014 /2015**

## **Remerciement**

Je tiens tout d'abord à adresser mes remerciements les plus sincères au Promotrice Mme AIT AIDER de m'avoir accordé sa confiance et permis de réaliser ce travail de recherche dans laboratoire. A travers ses qualités socioprofessionnelles en tant que promotrice de ce travail, elle m'a transmis de précieuses connaissances. Merci pour votre précieuse conseils, vos encouragements sans cesse. Vous avez toute ma reconnaissance et tout mon respect.

Mes remerciements aux membres de jury qui ont bien voulu juger ce travail :

Président Mr KELLOUCHE, professeur et chargé de cours en biologie, pour sa disponibilité, son aide et qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.

Un grand merci à Madame HEDJAL , maitre assistante et chargé de cours en biologie, pour son soutien.

Je remercie également M<sup>me</sup> AOUAR M.C.C.A en biologie, pour ces encouragements, ces conseils et d'avoir accepté examiner ce travail.

Je n'oublie pas de remercier les enseignants ayant attribué à notre formation trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

J'adresse, en fin et surtout, ma plus profonde gratitude et tout mon amour à ma mère, mon père, Comme, je remercie mon mari qui m'a toujours encouragé dans les moments les plus difficiles.

Je remercié également tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

- ✓ Le personnel de laboratoire commun de biologie N°1, UMMTO.

## DEDICACES

*Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné du courage et de patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie à :*

*Mon cher père qui a été toujours un exemple pour moi, et qui a veillé à ma réussite en déployant tous les efforts nécessaires.*

*Ma chère mère qui m'a appris d'être une femme et qui m'a beaucoup aidé dans mes études, pour les sacrifices qu'elle a fait pour notre éducation et la confiance et l'amour qu'elle m'a toujours accordés.*

*A mon mari qui ma aider et ma se tenu durant toute l'année. Ma grand-mère à qui je souhaite une longue vie.*

*A docteur Soukhan qui est grâce à lui je suis arrivée.*

*Mes adorables frères et sœurs : Kader, Djamilia, Nora, Hayate, sur tout ma petite sœur Sekoura. Pour vous témoignez la gratitude, le respect et l'amour, Que Dieu puisse vous garder et vous procurez santé et bonheur et que votre vie soit comblée de réussite, de succès et de bonheur.*

*A l'étoile de mon ciel : Mon bébé, et les petits anges de la famille : Kenza, Adel, Ziane, Zinedine, Noure el Houda, Said mon petit cœur et Rhilas.*

*A toute ma grande famille.*

*Mon très cher mari Hocine qui ma soutenue, donner du courage et la volonté de continuer mes études.*

*Mes beaux parents, mes beaux frères sur tout Mohamad, et les petits anges de la famille Yani et Razéne et mes belles sœurs Fazia , Amel et Lila pour leur soutien.*

*Mes amies :Hadjila, Zoulikha, Malha, Saliha, Faroudja, ...A la promo de 2<sup>ém</sup> année Master Entomologie de l'année 2014/2015.*

## DEDICACES

*Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné du courage et de patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie à :*

*Mon cher père et ma chère mère*

*A mon mari qui ma aider et ma se tenu durant toute l'année.*

*Mes adorables frères et sœurs : Pour vous respect et l'amour, Que Dieu puisse vous garder et vous procurez santé et bonheur et que votre vie soit comblée de réussite, de succès et de bonheur.*

*A l'étoile de mon ciel : Abdou et Malek*

*A toute ma grande famille.*

*Mon très cher mari qui ma soutenue, donner du courage et la volonté de continuer mes études.*

*Mes beaux parents, mes beaux frères et mes belles sœurs Fazia .*

*Mes amies : Fatima, Zoulikha, Malha, Salha, Faroudja, ....*

*A la promo de 2<sup>ém</sup> année Master Entomologie*

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I: Partie bibliographique</b>	
I. Généralités sur les deux plantes : le niébé et le pois chiche .....	3
I.1- Le niébé : <i>Vigna unguiculata</i> (L) WALP (Fabaceae) .....	3
I.1.1- Origine et distribution.....	3
I.1.2- Position systématique .....	3
I.1 .3 Caractères morphologique .....	3
I.1.4. Ennemis et maladies de niébé .....	4
I .2.Le pois-chiche .....	6
I.2.1 Description .....	6
I.2.2 Morphologie de la plante.....	7
I.2.3 Culture de pois chiche .....	8
I.2.4 Origine et répartition géographique .....	8
I.2.5 La systématique de pois chiche (Cronquist ,1981) .....	9
I.2.6 Maladies et principaux insectes ravageurs de pois – chiche .....	9
I.3. Intérêt des légumineuses .....	9
II .Présentation de <i>Callosobruchus maculatus</i> .....	10
/III.1.Description.....	10
II.2.Origine et répartition géographique.....	11
II.3.Systématique.....	11
II.4. Les différents stades de développement .....	11
II.5.Dimorphisme.....	11
II .6 Le cycle biologie.....	12
II .7 Les dégâts.....	14
II .8 Les moyens de lutte.....	14
<b>Chapitre II : Protocole expérimentale</b>	
II.1.Présentation de l'huile d'olive et l'acide oléique .....	16.
II.1.1 L'huile d'olive .....	16
II.1.2 l'acide oléique .....	17
II.2. Matériel et méthodes .....	18
II.2.1.Matériel de laboratoire .....	18
II.2.2. Matériel biologique .....	19
II.2.3. Elevage de masse .....	20
II.2 .4. Traitement par contact .....	20
II.2.5.Les paramètres biologiques étudiés .....	21
II.2.6.Paramètres agronomiques .....	22
II.2.7.Analyse statistique .....	23
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>	
III-1-Résultats des tests par contact.....	24
A-En utilisant les graines de niébé.....	24

1-A-1 L'effet d'huile d'olive sur la longévité.....	24
1-A-2 L'effet d'huile d'olive sur la fécondité.....	25
1-A-3 L'effet de huile d'olive sur taux d'éclosion.....	26
1-A-4 L'effet de l'huile d'olive sur la descendance.....	27
1-A-5 L'effet d'huile d'olive sur les pertes en poids .....	28
1-A-6 L'effet de l'huile d'olive sur la germination des graines de niébé .....	29
B- En utilisant les graines de pois chiche.....	29
1-B-1 L'effet de l'huile d'olive sur la longévité .....	29
1-B-2 L'effet de l'huile d'olive sur la fécondité .....	31
1-B-3 L'effet de l'huile d'olive sur le taux d'éclosion .....	32
1-B-4 L'effet de l'huile d'olive sur la descendance.....	33
1-B-5 L'effet d'huile d'olive sur les pertes en poids .....	34
1-B-6 L'effet d'huile d'olive sur la germination.....	35
C- En utilisant les graines de niébé.....	35
1-C-1 L'effet de l'acide oléique sur la longévité .....	35
1-C-2 L'effet de l'acide oléique sur la fécondité .....	37
1-C-3 L'effet de l'acide oléique sur le taux d'éclosion.....	38
1-C-4 L'effet de l'acide oléique sur la descendance .....	39
1-C-5 L'effet de l'acide oléique sur les pertes en poids.....	40
1-C-6 L'effet de l'acide oléique sur les germinations des graines de <i>Vigna unguiculata</i> .	41
D- En utilisant les graines de Pois chiche .....	42
1-D-1 L'effet de l'acide oléique sur longévité.....	42
1-D-2 L'effet de l'acide oléique sur la fécondité .....	43
1-D-3 L'effet de l'acide oléique sur le taux d'éclosion .....	44
1-D-4- L'effet de l'acide oléique sur la descendance.....	45
1-D-5 L'effet de l'acide oléique sur les pertes en poids des graines de pois chiche.....	46
1-D-6 L'effet de l'acide oléique sur la germination.....	47

### III.2. Discussion

III-2-1 L'effet des traitements sur les paramètres biologiques.....48

III-2-2 L'effet des traitements sur les paramètres agronomiques.....49

### **Conclusion**

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

## La liste des figures

<b>Figure 1:</b> La plante de niébé (photo originale, 2015).....	4
<b>Figure 2:</b> (A) Les graines de niébé et (B) les gousses de niébé (photo originale 2015) .....	4
<b>Figure 3:</b> Les graines du pois chiche (photo originale, 2015).....	7
<b>Figure 4:</b> La plante de pois chiche (Anonyme 1, 2011).....	8
<b>Figure 5:</b> Mâle (A) et femelle (B) de <i>C. maculatus</i> (Amari, 2014) .....	12
<b>Figure 6:</b> Œuf de <i>C. maculatus</i> pondu sur une graine de <i>V. unguiculata</i> (Blumer et Beck , 2007) .....	13
<b>Figure 7:</b> Les Larves de <i>C. maculatus</i> de différents stades de développement ((Amari, 2014) .	13
<b>Figure 8:</b> Les dégâts de <i>C. maculatus</i> sur le niébé (A) et sur le pois chiche (B) (photo originale 2015) .....	14
<b>Figure 10:</b> Matériels de laboratoires utilisée .....	19
<b>Figure 11:</b> Dispositif expérimental des tests par contact pour le niébé et le pois chiche (photo originale, 2015) .....	21
<b>Figure 12:</b> Le test de la faculté germinative des graines pour les traitements avec l'huile d'olive et l'acide oléique (originale, 2015) .....	22
<b>Figure 13:</b> Longévité moyenne (jours) de <i>C. maculatus</i> selon les doses d'huile d'olive .....	24
<b>Figure 14:</b> la fécondité moyenne des femelles de <i>C. maculatus</i> selon les doses d'huile d'olive pour les graines de niébé .....	25
<b>Figure 15:</b> le taux moyen d'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> selon les doses d'huile d'olive pour les graines de niébé.....	26
<b>Figure 16:</b> le nombre moyen d'adultes de <i>C. maculatus</i> émergés selon les doses d'huile d'olive.....	27
<b>Figure 17:</b> Le poids moyen des graines de niébé selon les doses d'huile d'olive.....	28

<b>Figure 18:</b> le nombre moyen de graines de niébé germées selon les doses d'huile d'olive .....	29
<b>Figure 19:</b> La longévité moyenne (jours) de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche .....	30
<b>Figure 20:</b> les moyennes de la fécondité de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche .....	31
<b>Figure 21:</b> les moyennes de taux d'éclosion de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche .....	32
<b>Figure 22:</b> le nombre moyen d'adultes de <i>C.maculatus</i> émergés selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche .....	33
<b>Figure 23 :</b> le poids moyen des graines de pois chiche selon les doses d'huile d'olive.....	34
<b>Figure 24:</b> le nombre moyen de graines de la germination de pois chiche selon les doses d'huile d'olive .....	35
<b>Figure 25:</b> La longévité moyenne (jours) de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique pour les graines du niébé.....	35
<b>Figure 26:</b> les moyennes de la fécondité de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique pour les graines du niébé.....	36
<b>Figure 27:</b> les moyennes de taux d'éclosion de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique	37
<b>Figure 28 :</b> les moyennes de la descendance de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique pour les graines de niébé .....	38
<b>Figure 29:</b> les moyennes des pertes en poids des graines de niébé selon les doses d'acide oléique.....	39
<b>Figure 30:</b> les moyennes de la germination des graines de niébé selon les doses d'acide oléique .....	40
<b>Figure 31:</b> les moyennes de la longévité de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche.....	41
<b>Figure 32:</b> les moyennes de la fécondité de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche.....	42

<b>Figure 33:</b> les moyennes de taux d'éclosion de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche .....	43
<b>Figure 34:</b> les moyennes de la descendance de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche.....	44
<b>Figure 35:</b> les moyennes de la perte en poids des graines pois chiche selon les doses d'acide oléique .....	45
<b>Figure 36:</b> les moyennes de la germination des graines pois chiche selon les doses d'acide oléique .....	46



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Principaux ravageurs et maladies du niébé (Stanton, 1970; Borget, 1989) .....	5
<b>Tableau 2:</b> Teneurs (g/100g) des graines entières mûres et valeur énergétique du niébé (Borget, 1989) .....	10
<b>Tableau 3:</b> Composition (g/100g) et valeur énergétique (calorie/100g) des graines de <i>Cicer arietinum</i> (Sinha, 1980 ; Borget, 1989 et Iserin, 1997).....	10
<b>Tableau 4:</b> Composition de l'olive selon (Maillard, 1975).....	16
<b>Tableau 5:</b> Composition de l'huile d'olive en acide gras (Veillet , 2010).....	16
<b>Tableau 6:</b> Résultats du test de Newman-Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la longévité des adultes de <i>C.maculatus</i> pour les graines de niébé <sup>24</sup>	
<b>Tableau 7:</b> Résultats du test de Newman-Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la fécondité des adultes de <i>C.maculatus</i> pour les graines de niébé .....	25
<b>Tableau 8:</b> Résultats du test de Newman-Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur le taux d'éclosion des œufs de <i>C.maculatus</i> pour les graines de niébé .....	26
<b>Tableau 9:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la descendance de <i>C.maculatus</i> .....	27
<b>Tableau 10:</b> Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet de l'huile d'olive sur la perte en poids du niébé.....	28
<b>Tableau 11:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la longévité des adultes de <i>C.maculatus</i> pour les graines de pois chiche .....	30
<b>Tableau 12:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la fécondité des adultes de <i>C.maculatus</i> pour les graines de pois chiche .....	31
<b>Tableau 13:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur le taux d'éclosion de <i>C.maculatus</i> pour les graines de pois chiche.....	32

<b>Tableau 14:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la descendance de <i>C.maculatus</i> pour les graines de pois chiche.....	33
<b>Tableau 15:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la perte en poids des graines de pois chiche .....	34
<b>Tableau 16:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la longévité de <i>C.maculatus</i> selon les doses d'acide oléique de niébé.....	36
<b>Tableau 17:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la fécondité de <i>C.maculatus</i> .....	37
<b>Tableau 18:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur le taux d'éclosion de <i>C.maculatus</i> .....	38
<b>Tableau 19:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la descendance de <i>C.maculatus</i> .....	39
<b>Tableau 20:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur les pertes en poids des graines de niébé.....	40
<b>Tableau 21:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la germination des graines de niébé.....	41
<b>Tableau 22:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la longévité de <i>C.maculatus</i> sur les graines du pois chiche .....	42
<b>Tableau 23:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la fécondité de <i>C.maculatus</i> sur les graines du pois chiche .....	43
<b>Tableau 24:</b> Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur le taux d'éclosion de <i>C.maculatus</i> sur les graines du pois chiche.....	44

**Tableau 25:** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la descendance de *C.maculatus* sur les graines du pois chiche ..... 45

**Tableau 26:** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur les pertes en poids des graines du pois chiche ..... 46

**Tableau 27:** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la germination des graines du pois chiche ..... 47

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**ao : Acide oléique**

**ho: Huile d'olive**

**g : gramme**

**ml : millilitre**

**µl : micro litre**

**d : dose**

Les légumineuses à graines représentent une importante source de protéines alimentaires dans de nombreuses régions du monde; leur culture a été reconnue comme étant l'une des meilleures solutions et moins coûteuse pour résoudre les problèmes de mal nutrition et plus spécifiquement de carences protéiques en Afrique. Elles sont caractérisées par leur prix nettement moins élevé que celui des protéines animales (viande, poisson, œufs), elles ont une teneur en protéine d'environ 25 %. Par ailleurs, leurs feuilles sont riches en vitamines et en sels minéraux (Soukeyna, 1999).

Toutes ces raisons justifient l'intérêt des légumineuses vivrières parmi lesquelles, le pois chiche (*Cicer arietinum*) et le niébé (*Vigna unguiculata L. Walp*) qui occupent une place importante en Afrique tropicale.

Le niébé est cultivé dans le monde sur environ 7,7 millions d'hectares dont 6 millions sur le continent Africain (Singh et Singh, 1992). L'Inde et la Turquie sont les premiers producteurs et exploiters de légumes secs dans le monde alors que l'Algérie, l'Italie, l'Espagne et l'Irak sont les premiers importateurs. L'Inde produit environ 12,65 millions de tonnes par an et près de 8,5 % sont perdus pendant le stockage (Agarwal *et al.*, 1988). Le Nigeria à lui seul exploite 4 millions d'hectares et demeure le plus grand producteur mondial avec plus de 850.000 tonnes par an (Alzouma, 1992).

Toutes les parties de la plante de niébé sont utilisées dans l'alimentation humaine, du bétail et elle a une valeur nutritionnelle supérieure à celle de la plupart des céréales (mil, maïs, sorgho, riz). Il représente une source importante de protéines pour les populations rurales. Avec son taux élevé de protéines, le niébé joue un rôle important dans l'équilibre nutritionnel des populations rurales et plus particulièrement dans la lutte contre la déficience protéique chez les enfants. Les feuilles constituant une source importante en vitamine A et C, sont utilisées comme épinard. La graine est consommée à l'état sec (Manfoumbi, 2000).

Le niébé est une plante acclimatée à la chaleur et tolérante à la sécheresse, elle est cultivée au Centre et au Nord du Sénégal, où la pluviométrie de plus en plus déficitaire ne permet plus de satisfaire les besoins en eau de l'arachide et du mil (Soukeyna, 1999).

Le pois chiche a également une valeur alimentaire importante comme toutes les légumineuses. Il est aussi riche en vitamines et le mélange des graines de pois chiche avec celles des céréales, donne un bon complément en acides aminés. La teneur en protéines est de l'ordre de 20 à 25%, certaines lignées atteignent 28,9%. Traditionnellement, le pois chiche

était utilisé pour prévenir l'impuissance sexuelle des hommes (torréfié); arrêter les diarrhées (cuit); soigner les plaies pour éviter les infections (poudre) (Van der maessen, 1972).

Cependant les rendements du niébé et du pois chiche sont faibles en raison de nombreuses contraintes phytosanitaires aux quelles ils sont confrontés (Insectes et maladies). En effet, les pertes dues aux insectes sont considérables notamment dans les pays où les techniques modernes de stockage ne sont pas encore introduites. Les coléoptères Bruchidae, dont les larves ne consomment et ne se développent que dans les graines (Caswell, 1961), et ont été l'une des très rares familles à avoir colonisé les graines mûres des légumineuses.

La bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* qui est un insecte cosmopolite, pouvant infester sa plante hôte *V. unguiculata* à la fois au champ et au stock, comme elle infeste d'autres légumineuses originellement non – hôtes, qui sont également des plantes vivrières d'importance économique pour les pays en développement: l'haricot et le pois – chiche.

Les pertes occasionnées par cette bruche au Sénégal peuvent atteindre 90 % après 6 mois de stockage (Seck, 1992). D'après Caswell (1973), les pertes dues à *C. maculatus* peuvent être estimées à 14,5% de la production annuelle du niébé au Nigeria.

Pour lutter contre ce ravageur et limiter ses dégâts, les paysans utilisent de plus en plus les insecticides chimiques sans se rendre compte de l'action néfaste que peuvent engendrer ces produits de synthèse (Caswell (1973).

A cause de ces problèmes, certains auteurs ont signalé l'urgence de substituer à l'usage des pesticides conventionnels des méthodes alternatives comme l'utilisation de plantes végétales. Ces dernières sont exploitées sous plusieurs formes afin de limiter les pertes post récoltes, soit entières, soit sous forme de poudre végétales, d'huiles essentielles, d'huiles végétales, ou d'extraits végétaux. Parmi les méthodes alternatives de lutte, nous pouvons citer l'utilisation d'huile d'olive contre cette bruche qui est sans impact sur l'environnement et son moindre coût financier (Regnault-Roger, 2002; Ketoh *et al.*, 2004).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui consiste à tester l'efficacité de l'huile d'olive et de l'acide oléique pur sur les paramètres biologiques de *C. maculatus* en utilisant les graines de Niébé (*V. unguiculata*) et de pois chiche (*C. arietinum*) comme substrat alimentaire.

## **I. Généralités sur les deux plantes hôtes : le niébé et le pois chiche**

### **I.1- Le niébé**

#### **I.1.1- Origine et distribution**

Le niébé a trouvé son point de départ en Afrique Occidentale, et très vraisemblablement au Nigeria (Iita, 1982). Au Cameroun, Pasquet et Fotso (1994) ont dénombré une centaine de cultivars au vue de la forme des grains et des gousses.

Dans le monde, 70% de la production du niébé provient de l'Afrique de l'ouest et du Centre dont le Nigeria occupe à lui seul, 66% de cette production (Pics, 2008).

Représentant 1% de la production Africaine, le niébé est cultivé préférentiellement dans 6 régions du Cameroun: Extrême-Nord (81%), Nord (18%) ; Adamaoua ; Littorale ; Nord-Ouest et Sud-ouest (Agri-stat, 2009).

#### **I.1.2- Position systématique**

Plusieurs études ont été faites sur la classification du genre *Vigna* et selon Cronquist (1981), la classification de l'espèce *V. unguiculata* est comme suit :

Règne :	Plantae
Sous règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous classe :	Rosidae
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabaceae (légumineuses)
Genre :	<i>Vigna</i>
Espèce :	<i>Vigna unguiculata</i> (L.)walp., 1843

#### **I.1.3 Caractères morphologiques**

Le niébé est caractérisé, d'une part par des feuilles alternes, pétiolées dont les deux premières feuilles sont opposées, sessiles et entières et, d'autre part par la présence de deux stipules prolongés sur chaque nœud de la tige et trois bourgeons axillaires capables de donner une tige latérale ou une inflorescence (Figure 1).

La gousse de niébé comporte 8 à 20 graines ovoïdes, réniformes, lisses ou ridées (Figure 2). Les températures optimales de culture varient entre 25° et 28° C. Au-delà de cette amplitude, précisément entre 32 et 35°C, on note une chute des fleurs et des gousses (Diaw, 1999).



**Figure 1:** La plante de niébé (photo originale DBK, 2015)



(A)

(B)

**Figure 2 :** (A) Les graines de niébé et (B) les gousses de niébé (photo originale, 2015)

#### **I.1.4. Ennemis et maladies du niébé**

Les ravageurs les plus redoutés à l'échelle mondiale se rencontrent entre autres, dans la famille des Bruchidae. Ils s'attaquent aux stocks de graines des légumineuses dans lesquels ils occasionnent des pertes importantes. Concernant les maladies, se sont les maladies fongiques, bactériennes et virales qui causent de sérieuses pertes économiques surtout dans les

zones les plus humides, ce qui limite l'extension de la culture du niébé dans ces zones (Tableau 1).

**Tableau 1: Principaux ravageurs et maladies du niébé (Stanton, 1970; Borget, 1989)**

Insectes et Maladies	Agent causal	Symptômes et dégâts	Moyen de lutte.
Insectes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les Aphides (pucerons) <i>Aphis craccivora</i></li> <li>- Les Thrips des fleurs (Thysanoptères) <i>Megalurothrips sjostedi</i></li> <li>- Les Foreuses des gousses <i>Macura virtata</i> (Lépidoptères)</li> <li>- Les Bruches <i>Callosobruchus maculatus</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feuilles crispées et enroulées.</li> <li>- Pullulation sur tous les organes y compris les gousses.</li> <li>- Attaque des boutons floraux</li> <li>- Trous operculés sur les graines conservées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Désinfection par les aphicides.</li> <li>- Désinfection par fumigation dans les entrepôts.</li> </ul>
Maladies cryptogamiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La septoriose</li> <li>- L'anthracnose <i>Colletotrichum lindemuthianum</i></li> <li>- Fonte des semis <i>Colletotrichum capsici</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chlorose des feuilles.</li> <li>- Défoliation des plantes</li> <li>- Réduction de la germination</li> <li>- Production de graines ratatinées de petit taille.</li> <li>- Taches foliacées sur les feuilles et les tiges.</li> <li>- Taches nécrotiques sur gousses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement systématique des semences.</li> <li>- Application de produits à base de manèbe et Zirame.</li> </ul>

Maladies bactériennes	La rouille bactérienne <i>Xanthomonas campestris</i>	-Nécrose des feuilles et des tiges -Mort parfois des jeunes plantules	-Choisir des variétés résistantes -Traitement des semences -Utilisation des produits cupriques en cours de végétation.
Maladies virales	-Mosaïque sévère du niébé Cowpea mosaïque sévère (BMC)	-Mosaïque taches sur feuilles -chlorose des nervures des feuilles et défoliation	-Sélection de variétés résistantes -Elimination des pieds malades -Application d'aphicides

## I.2. Le pois chiche

### I.2.1 Description :

Le pois chiche (*Cicer arietinum*) est une plante de la famille des Fabacées (ou légumineuses). Il est cultivé dans les régions méditerranéennes dont il est originaire et produit une graine comestible, de taille moyenne, ronde et bosselée, de couleur beige et qui se détermine par une pointe (Figure 3). Il est très parfumé et conserve sa forme à la cuisson. Il contient une haute teneur en glucides assimilables et un pourcentage élevé en protéines végétales (Anonyme 1, 2011).



**Figure 3:** Les graines du pois chiche (photo originale, 2015).

### I.2.2 Morphologie de la plante

Le pois chiche est une plante annuelle, herbacée annuelle dont la ramification, le port et la taille sont très variables selon les variétés.

D'après Cubero (1987), la plante se décrit comme suit :

**Racine :** longue et robuste, pivotante, avec de nombreuses racines latérales munies de nodules fixateurs d'azote atmosphérique (Ducke, 1981 ; Obaton, 1983).

**Tige:** très ramifiée, d'une hauteur de 20cm à 1m. La plante peut présenter un port soit étalé, soit semi dressé.

**Feuille:** composée de 7 à 17 folioles, imparipennée à pétiolée terminée par une vrille (Figure 4).

**Fleurs:** typiquement papilionacées et sont généralement solitaires de couleur blanche, bleue ou violette.

**Fruit:** est une gousse de forme ovale renfermant une ou deux graines ovoïdes (Figures 3 et 4) (Ducke, 1981).



**Figure 4 :** La plante de pois chiche (Anonyme 1, 2011)

### **I.2.3 Culture du pois chiche**

Le pois chiche est une plante annuelle qui se contente de sols pauvres, caillouteux et secs. Il est semé à grand écartement car ses racines peuvent prospecter un volume important. Il ne demande pas beaucoup d'entretien. Il est toutefois conseillé de butter les pieds et de désherber par binage. La récolte a lieu quand les gousses sont sèches et brunissent. Ses principaux ennemis sont les bruches qui percent les grains (Anonyme 1, 2011).

### **I.2.4 Origine et répartition géographique**

Le pois chiche (*C. arietinum* L.) est connu dans le bassin méditerranéen et dans le Sud – Est de l'Asie et en Inde (Erroux, 1975).

Au cours de sa domestication, le pois chiche semble avoir connu plusieurs centres de diversification, dont le plus ancien serait le plateau Anatolien (Van der maesen, 1984).

Actuellement, on peut distinguer trois grandes zones de production de pois – chiche dans le monde, le bassin méditerranéen, le Sud de l'Asie et l'Amérique du Sud (Bouchez, 1985).

### I.2.5 La systématique (Cronquist ,1981)

Règne :	Plantae
Sous règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous classe :	Rosidae
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabaceae
Genre :	<i>Cicer</i>
Espèce :	<i>Cicer arietinum</i>

### I.2.6 Maladies et principaux insectes ravageurs du pois chiche

- ❖ **Maladies Cryptogamiques :** plus de cinquante agents pathogènes du pois chiche ont été recensés. Un grand nombre d'entre elles occasionnent des dégâts assez importants (Ploux, 1985).
  - **L'anthraxose :** des lésions brunes apparaissent sur les tiges, les pétioles, les feuilles et les gousses.
  - **Le flétrissement :** le champignon de cette maladie, présent dans le sol, peut pénétrer très tôt dans la plante et provoque la fonte de semis.
- ❖ **Insectes ravageurs :**
  - **Au champ :** la noctuelle (*Heliothis armigera*), insecte de l'ordre lépidoptère qui cause des dégâts variables en fonction des lieux.
  - **Au stockage :** la bruche de pois chiche ou la bruche du niébé (*C. maculatus*), insecte qui cause des pertes considérables des récoltes dans les entrepôts de stockage.

### I.3. Intérêt des légumineuses

#### ➤ Le niébé

Niébé *V. unguiculata* constitue la plus importante légumineuse à graine cultivée en Afrique Tropicale (Diaw, 1999). Il contient des calories et de protéines. Il est caractérisé surtout par sa richesse en protéines (Tableau 2) et d'autres constituants comme les hydrates de carbone et des vitamines.

Les grains de niébé contiennent aussi du calcium (90mg/100g), du fer (6-7mg/100g), de l'acide nicotinique (2mg/100g), de la thiamine (0,9mg/100g), mais il est pauvre en lysine (Oyenuga, 1968; Iita, 1975).

**Tableau 2: Teneurs (g/100g) des graines entières mûres et valeur énergétique du niébé (Borget, 1989).**

	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Matières minérales	Eau	Calories
Le niébé	22-26%	1-2%	60-65%	4-5%	3-4%	11%	342%

### ➤ Le pois chiche

Le pois chiche, comme toutes les légumineuses, est un aliment naturellement riche en protéines végétales (Tableau3), en plusieurs vitamines et minéraux et en fibres alimentaires. De plus, il présente une faible teneur en matières grasses, et comme tous les aliments végétaux il ne contient pas de cholestérol. Les tiges et les feuilles de pois chiche auraient été utilisées comme fourrage pour l'alimentation animale (Foury, 1954).

**Tableau 3: Composition (g/100g) et valeur énergétique (calorie/100g) des graines de *Cicer arietinum* (Sinha, 1980 ; Borget, 1989 et Iserin, 1997).**

Légumineuses	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Matières minérales	Eau	Calories
<i>C. arietinum</i>	20	1	62	3	2 - 4	12	362

## II .Présentation de *C. maculatus*

### II .1 Description

Les bruches sont de petits coléoptères appelées bruches à 4 taches de la famille des Bruchidae. Elles se développent au détriment des légumineuses. Certaines espèces sont de ce fait nuisibles, et parfois même très nuisibles, car elles peuvent s'en prendre aux cultures destinées à l'alimentation humaine, ou aux denrées entreposées et durant le stockage, plusieurs générations se succèdent et causent des pertes considérables pouvant atteindre 90% à 100% (Sech *et al.*, 1991).

L'adulte de *C. maculatus* mesure 2 à 3,5 mm de long. La tête est noire, les antennes et le pronotum sont de couleur rouge clair ou brun. Le corps est de coloration foncièrement rougeâtre. Les jeunes individus ont des élytres noirs. Les femelles possèdent une ligne médiane de soies blanches, elles sont de grande taille et de couleur plus foncée et les élytres sont en général dépassés par le pygidium (Beck *et al.*, 2007).

## II.2 Origine et répartition géographique :

D'après Balachowsky (1962), l'espèce *C. maculatus* est d'origine inconnue, elle a une grande affinité tropicale et subtropicale, tandis que Southgate (1978) signale que la bruche est originaire d'Asie et d'Afrique. Elle est inféodée à tous les pays tropicaux et subtropicaux. Aujourd'hui, sa répartition est mondiale, elle s'est adaptée aux différentes zones climatiques pour devenir cosmopolite (Huignard, 1998).

## II .3 Systématique

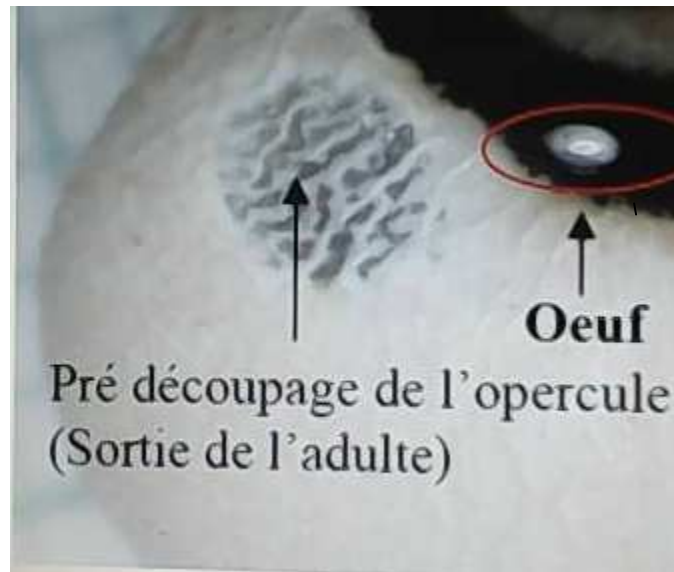
Selon Balachowsky (1962), la position systématique de la bruche du niébé est la suivante :

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Sous embranchement :	Hexapodes
Classe :	Insecta
Ordre :	Coleoptera
Sous ordre :	Heterogastra
Super famille :	Phytophagoidea
Famille :	Bruchidae
Sous famille :	Bruchinae
Genre :	<i>Callosobruchus</i>
Espèce :	<i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius).

## II .4 Les différents stades de développement

*C. maculatus* accomplit son cycle à l'intérieur de la graine de l'œuf jusqu'au stade adulte (Southgate, 1978).

**1. Les Œufs:** possèdent une forme ovoïde, de couleur translucide après la ponte puis deviennent blanc laiteux après l'éclosion. Ils mesurent de 0,4 à 0,7 mm de long sur 0,3 à 0,4mm de large (Figure 6) (Balachowsky, 1962).



**Figure 6:** Œuf de *C. maculatus* pondu sur une graine de *V. unguiculata* (Blumer et Beck , 2007).

**2. La larve :** selon Balachowsky (1962), la forme larvaire passe par quatre stades :

- La larve du premier stade dite néonate et elle est de type chrysomélien avec des pattes courtes et robustes.
- la larve du deuxième stade est apode et est de type Rhynchophorien.
- la larve du 3ème stade atteint une longueur de 4mm.
- La larve du 4ème stade est caractérisée par un corps charnu (Figure 7).
- La larve vit dans la graine et s'y nourrit durant 3 à 4 semaines (Ababsia, 2005).



**Figure 7:** Les Larves de *C. maculatus* de différents stades de développement ((Amari, 2014).

**3. La nymphe :** la nymphose a lieu dans la graine même ou bien à proximité du tégument. Elle dure environ 6 jours (Balachowsky, 1962 ; Mouri, 1998).

**4. L'adulte:** mesure en moyenne 2,8 à 3,5 mm, son corps est de coloration foncière rougeâtre, la tête est noire, les antennes et le pronotum sont de couleur clair ou brun.

## II .5 Le cycle biologique

Le cycle de biologique de *C. maculatus* se fait en fonction de la température et de l'humidité relative du milieu. Selon Delobel et Tran (1997), les conditions optimales de développement se situent à 30° C et 70% d'humidité relative. La fécondité varie entre 70 et 100 œufs par femelle qui dépose ses œufs préférentiellement sur une surface lisse, par une substance gluante. A l'éclosion la larve perfore le chorion de l'œuf par la face inférieure en contact avec la graine ou la gousse puis pénètre directement dans le substrat nutritif et se caractérise par un point blanc sur la graine (Decelle, 1981).

## II .6 Dimorphisme

Les mâles de *C. maculatus* se distinguent aisément des femelles par leur dernier segment abdominal (le pygidium plus convexe chez la femelle) (Figure 5). Leurs antennes sont généralement plus longues, plus dentées et parfois pectinées, leurs yeux sont souvent gros (Diaw, 1999).



(A)

(B)

**Figure 5 :** Mâle (A) et femelle (B) de *C. maculatus* (L Amari, 2014).

Une autre caractéristique de *C. maculatus* est l'existence de deux formes qui se distinguent tant par la coloration de leurs élytres, leur aptitude au vol et leur fécondité (Utida, 1981).

**La forme non voilière ou normale :** est caractérisée par un pygidium pigmenté chez la femelle et peu tacheté chez le mâle. Les individus de cette forme sont incapables de voler et sont caractérisés par une fécondité élevée (Ouedraogo, 1991).

**La forme voilière ou active :** a un abdomen clair chez la femelle et les élytres sont tachetés chez le mâle. Les individus de cette forme sont caractérisés par une faible fécondité (deux œufs en moyenne par femelle) ; leur descendance est constituée des individus non voiliers (Glitho *et al.*, 1988). La longévité est d'environ un mois à 30°C (Delobel et Tran, 1993).

## II .7 Les dégâts

Les dégâts causés par ce ravageur sont dus aux larves qui dévorent les graines (Figure 8). En effet les larves utilisent les réserves nutritives des graines, entraînant ainsi :

- Une perte en poids ;
- Une diminution de la qualité nutritive et une perte du pouvoir germinatif ;
- Les bruches constituent donc un frein majeur à la consommation et au développement de la production du niébé et de pois chiche.



(A)



(B)

**Figure 8:** Les dégâts de *C. maculatus* sur le niébé (A) et sur le pois chiche (B)

(Photo originale 2015).

**II .8 Les moyens de lutte:** Pour lutter contre les insectes ravageurs des grains stockés, on peut utiliser les méthodes suivantes de nature préventive et curative:

- 1- **Les méthodes préventives :** se pratiquent avant l'installation des ravageurs (telles que : l'utilisation des emballages résistants et des variétés résistantes).
  - 2- **Les méthodes curatives:** sont utilisées quand les lots sont déjà infestés.
- ✓ **La lutte physique**
- **La chaleur:** tous les ravageurs des denrées stockées sont éliminés après 10 minutes d'exposition à une température de 60 °C.

- **Le froid:** si la température atteint 5 °C, tous les ravageurs meurent si cette température est maintenue pendant 2 mois.
- **Radiation ionisante.**
- **Modification de l'atmosphère:** L'utilisation de l'azote ou de dioxyde de carbone peut être valorisée pour le contrôle des insectes des denrées stockées. L'enrichissement de l'atmosphère par l'un de ces gaz fait chuter la teneur en oxygène et provoque ainsi l'asphyxie des insectes (Storey, 1975).
- ✓ **La lutte chimique:** l'utilisation des insecticides.
- ✓ **La lutte biologique:** Cette lutte consiste à l'utilisation des prédateurs ou des parasitoïdes des bruches afin de limiter les dégâts. Les insectes parasitoïdes constitués essentiellement des Diptères et des Hyménoptères sont souvent utilisés comme facteurs de régulation des populations d'insectes phytophages (Bouletreau, 1998).

## II.1. Présentation de l'huile d'olive et de l'acide oléique

### II.1.1 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 réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (COI, 2013).

L'huile d'olive vierge est un système chimique complexe constitué de plus de 250 composés (Kiritakis, 1993; Angerosa *et al.*, 2004).

La composition de l'olive est illustrée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4 :** Composition de l'olive selon (Maillard, 1975)

Constituants	Eau	Lipides	Protides	Glucides	Cendres
Partie anatomique	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
<b>Pulpe (épicarpe + mésocarpe)</b>	24,2	56,40	6,8	9,9	2,66
<b>Coque du noyau</b>	4,2	5,25	15,6	70,3	4,16
<b>Amandon</b>	6,2	12,26	13,8	65,6	2,16

La composition en acide gras de l'huile d'olive est présentée dans le tableau 5.

**Tableau 5 :** Composition de l'huile d'olive en acide gras (Veillet, 2010).

Acides gras	Formule brute	Olivier <i>et al.</i> (2003) (%)	Codex alimentarius (2003) (%)
<b>Acide myristique</b>	C14:0	Tr	< 0,1
<b>Acide palmitique</b>	C16:0	7,5-15,6	7,5-20
<b>Acide palmitoléique</b>	C16:1n-7	0,3-1,9	0,3-3,5
<b>Acide margarique</b>	C17:0	< 0,3	< 0,5
<b>Acide margaroléique</b>	C17:1n-8	< 0,5	< 0,6

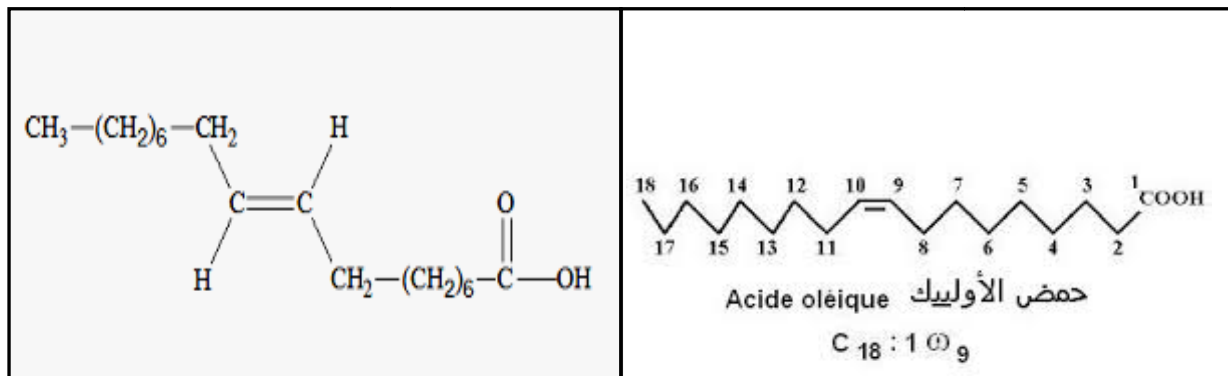
<b>Acide stéarique</b>	C18:0	1,4-3,4	0,5-5
<b>Acide oléique</b>	C18:1n-9	60,9 - 82,1	55-83
<b>Acide vaccinique</b>	C18:1n-7	0,7-3,6	-
<b>Acide linoléique</b>	C18:2n-6	4,5-16,1	3,5-21
<b>Acide <math>\alpha</math>-linoléique</b>	C18:3n-3	0,4-1,2	< 1,5
<b>Acide arachidonique</b>	C20:0	0,3-0,5	< 0,8
<b>Acide gadoléique</b>	C20:1n-9	0,2-0,5	-
<b>Acide béhénique</b>	C22:0	< 0,2	< 0,2
<b>Acide lignocérique</b>	C24:0	< 0,1	< 1

### II.1.2 Les bienfaits de l'huile d'olive

L'huile d'olive est le principal corps gras utilisé pour l'assaisonnement comme pour la cuisson. Riche en acides gras mono-insaturés, bénéfiques au système cardiovasculaire ; l'huile d'olive est également intéressante pour sa richesse en substances anti-oxydantes: vitamine E, et pigments polyphénoliques (anticholestérol et fluidifiant sanguin) (Barnat et Damiens, 2003).

### II.1.3 l'acide oléique

L'acide oléique vient du latin *Oleum* et veut dire huile. La forme saturée de cet acide est l'acide stéarique . C'est le plus abondant des acides gras mono insaturés à chaîne longue dans notre organisme. On le symbolise par les nombres 18:1 pour indiquer qu'il possède 18 atomes de carbone et une liaison éthylénique. Pour indiquer la position de la double liaison, on préfère indiquer le nombre de carbones entre le dernier carbone (n° 18) et le carbone où commence la double liaison (n° 9), d'où 18 - 9, qu'on écrit n - 9, en désignant par *n* le nombre de carbones de la chaîne. L'acide oléique est donc un acide gras insaturé, plus précisément mono insaturé. Sa formule chimique brute est  $C_{18}H_{34}O_2$  ou  $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ . (Anonyme 2, 2009).



**Figure 9:** Les différentes formules chimiques de l'acide oléique (Anonyme 2, 2009)

## II.2. Matériel et méthodes :

### II.2.1. Matériel de laboratoire :

Pour réaliser nos essais nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une étuve dans laquelle sont réalisés les différents essais, elle est réglée aux conditions optimales de développement du la bruche à savoir une température de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  et une humidité relative de 70 % (Figure 10).
- Des bocaux en verre pour les élevages de masse ;
- Des boîtes de pétri en plastique de 10 cm de diamètre et de 1.8 cm de hauteur pour les tests de contact ;
- Une pipette pour pipeter l'huile d'olive et une micropipette pour pipeter l'acide oléique pur;
- Une loupe binoculaire pour les observations et le comptage des œufs;
- Une balance de précision pour peser les graines ;
- D'autres outils de manipulation (pinceau, coton, les ciseaux, scotch,...) ont été également utilisés.



**Figure 10:** Matériels de laboratoire utilisés

### II.2.2. Matériel biologique :

#### Les bruches

Nous avons tout au long de nos expériences utilisé des adultes de *C. maculatus* âgés de 0 à 24 h. Ils proviennent des élevages de masse réalisés sur les graines de niébé au niveau du laboratoire d'Entomologie Appliquée de l'Université M.M.T.O.

**Les graines:** le haricot Kabyle et le pois chiche proviennent du marché local.

**Huile d'olive:** l'huile d'olive testées est issue de la variété de chemlal.

**L'acide oléique:** provient du laboratoire de chimie Sigma .Aldrich (Allemagne).

**II.2.3. Elevage de masse:** Il consiste à mettre en contact les bruches adultes de *C. maculatus* mâles et femelles avec les graines de niébé saines dans des bocaux en verre. Ces derniers sont maintenus dans une étuve réglée à une température de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  et une humidité relative de  $70 \pm 5\%$ . Cet élevage permet de fournir un nombre suffisant des bruches adultes destinées aux différents essais biologiques.

#### **II.2.4. Traitement par contact**

##### **Dispositif expérimental**

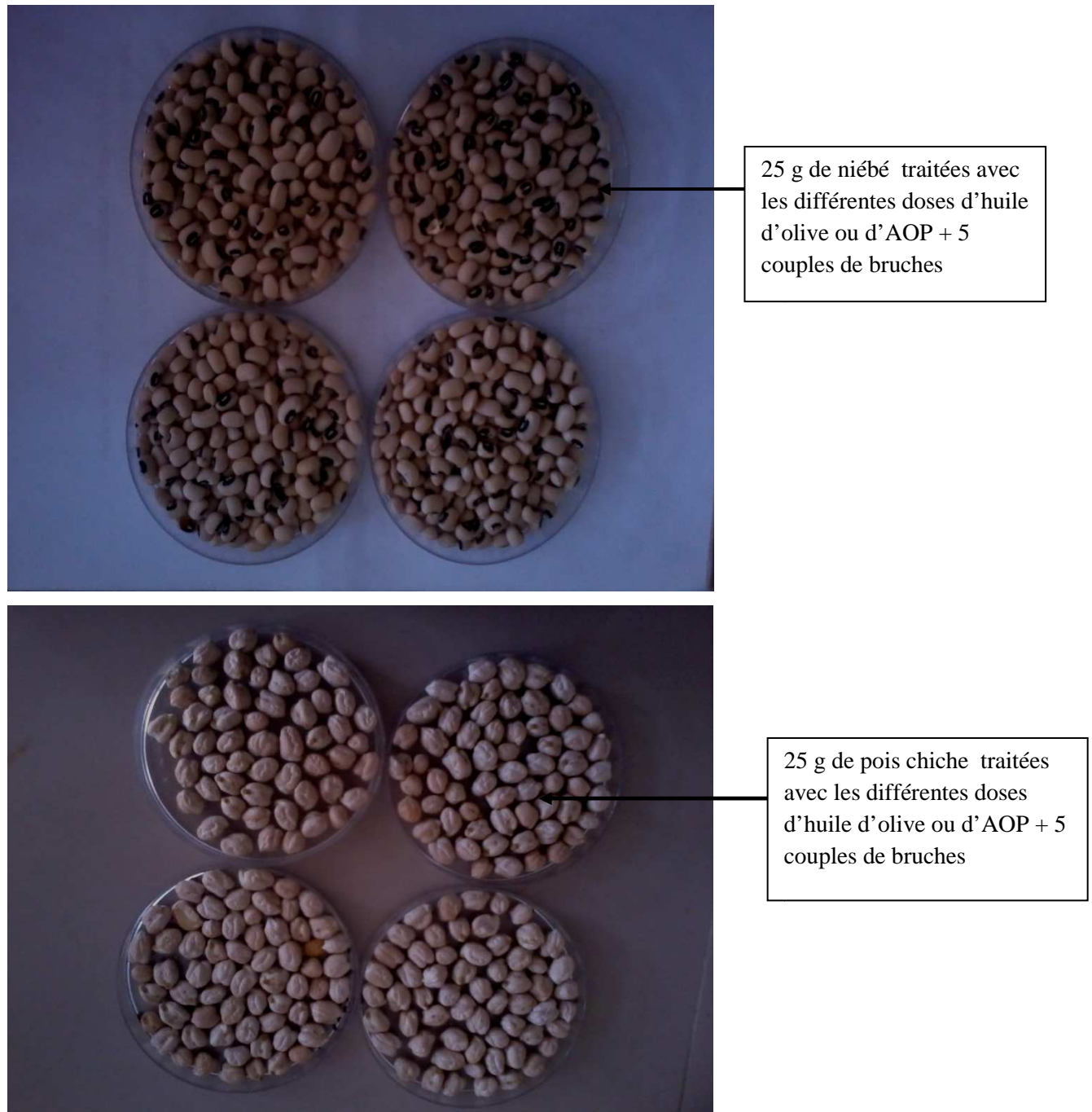
Nous introduisons dans des boîtes de Pétri en plastique, de 10 cm de diamètre, et 1.8 cm de hauteur, 25g de substrat soit du niébé ou du pois chiche.

Les graines sont ensuite traitées avec les 2 traitements, à différents doses.

Huile d'olive : 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,4 ml.

Acide oléique : 75 - 100 - 125- 150  $\mu\text{l}$ .

- Après avoir bien mélangé le traitement avec les graines, 10 bruches (5 mâles et 5 femelles) âgés de 0 à 24heures sont introduites dans les boîtes de Pétri. Ces dernières sont ensuite placées dans une étuve réglée aux conditions de température  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  et  $70 \pm 5\%$  HR.
- Quatre répétition ont été réalisées pour chaque substrat, chaque traitement, et pour chaque dose ainsi que pour les lots témoins (graines sans aucun traitement).



**Figure 11:** Dispositif expérimental des tests par contact pour le niébé et le pois chiche (photo originale, 2015).

### II.2.5 Les paramètres biologiques étudiés

- **La longévité des bruches :** les individus morts sont dénombrés dans chaque boîte d'une façon régulière du premier jour jusqu' à la mort de tous les individus.
- **La fécondité des femelles :** Après 14 jours, le comptage des œufs pondus éclos et non éclos sur les graines est effectué sous une loupe binoculaire au grossissement 40.

- **L'éclosion des œufs** : Après le comptage des œufs pondus, le taux d'éclosion est calculé comme suit :

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

- **L'émergence des adultes** : A partir de 21<sup>ème</sup> jours jusqu' au 45<sup>ème</sup> jour, les individus adultes sont retirés des boites et dénombrés.

### II.2.6. Paramètres agronomiques

#### ✓ Pertes en poids des graines

Après 45 jours, les graines utilisées dans les tests sont pesées pour estimer les pertes en poids.

#### ✓ La faculté germinative des graines

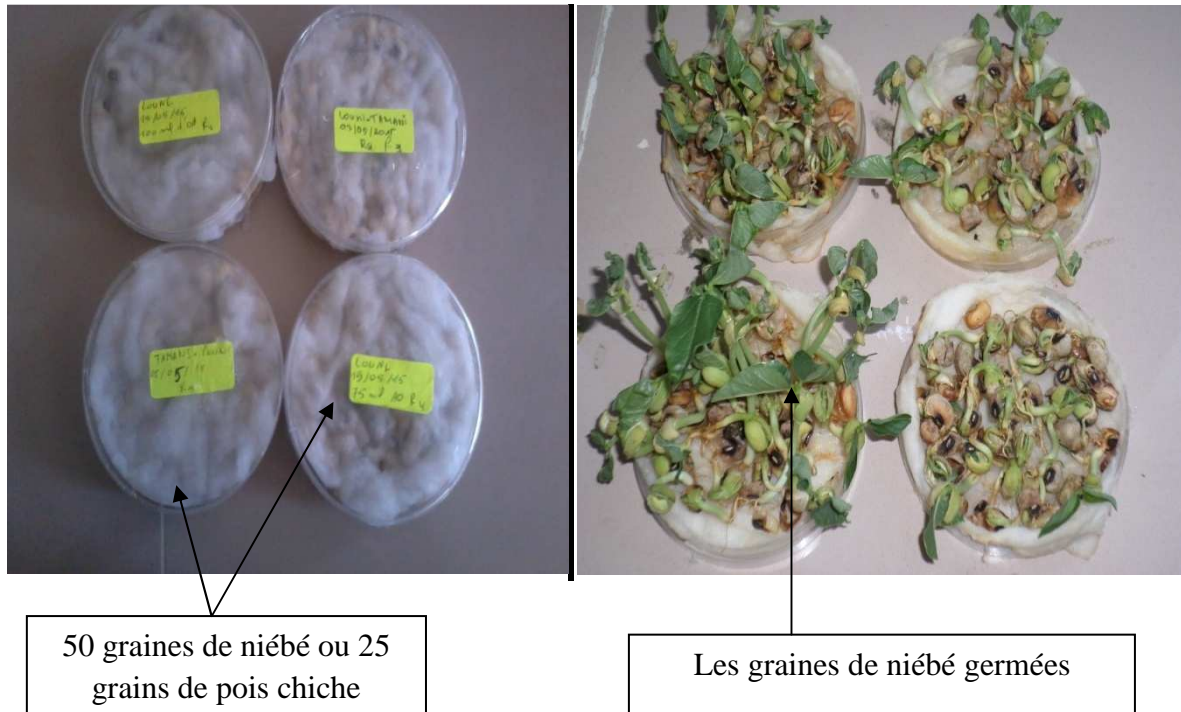
\_ Nous prélevons 50 graines de niébé et 25 graines de pois chiche de chaque lot utilisé dans les différents tests puis sont mises à germer.

\_ Les graines sont couvertes avec du coton imbibé d'eau dans des boites de Pétri. (Figure 12)

\_ Après 5 jours les graines ayant germé dans les lotes témoin et les lots testés sont dénombrés.

Le taux de germination est calculé comme suite

Taux de germination (%) = nombre de graines germées / 50 ou 25 × 100.



**Figure 12:** Le test de la faculté germinative des graines pour les traitements avec l'huile d'olive et l'acide oléique (originale, 2015).

**II.2.7. Analyse statistique**

Les résultats obtenus ont été soumis aux tests de l'analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification, les variables dont les analyses statistiques montrent une différence significative ont subi le test de NEWMAN et KEULS au seuil  $P = 5\%$

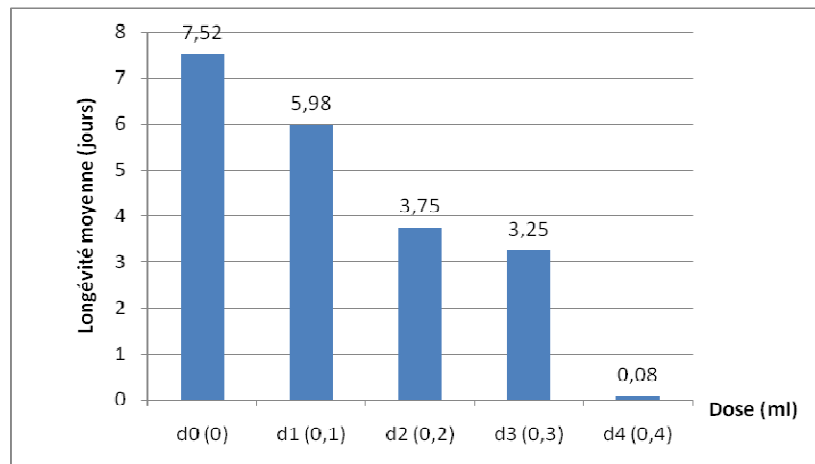
- $P > 0,05$  : différence non significative
- $P \leq 0,01$  : différence significative
- $P \leq 0,001$  : différence hautement significatif
- $P \leq 0,0001$  : différence très hautement significative

### III-1-Résultats des tests par contact

#### A-En utilisant les graines de niébé

##### 1-A-1 L'effet de huile d'olive sur la longévité

D'après les résultats obtenus, la longévité de *C.maculatus* est inversement proportionnelle à la dose de huile d'olive testée, elle est en moyenne de 7,525 jours dans les lots témoins. A la plus forte dose (0.4 ml), les bruches vivent moins de 24 heures (0.08 jours) (Figure13).



**Figure 13 : Longévité moyenne (jours) de *C.maculatus* selon les doses d'huile d'olive.**

L'analyse de la variance au seuil de 5% montre que la longévité des bruches varie d'une façon significative selon HO ( $P=0$ ) (Tableau 6).

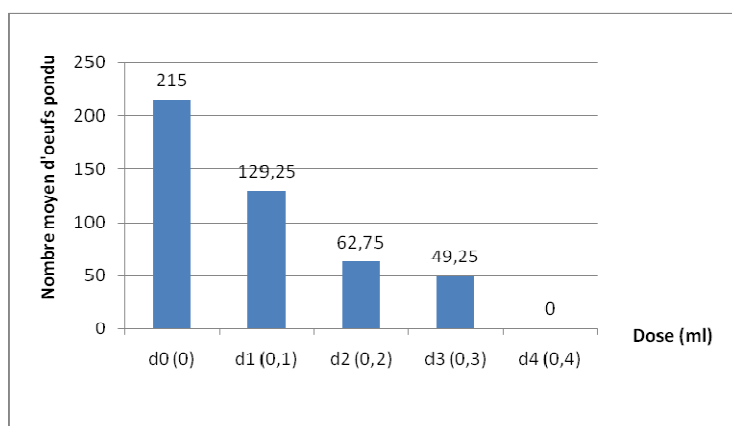
**Tableau 6 :** Résultats du test de Newman-Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la longévité des adultes de *C.maculatus* pour les graines de niébé.

Longévité	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	7,525±0,709 (A)
2.0	0.1	5,98±0,189 (B)
3.0	0.2	3,75±0,526 (C)
4.0	0.3	3,25±0 (C)
5.0	0.4	0,08±0 (D)
Anova a 1 critère		Facteur dose d'huile : F=179.638 P=0

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 4 groupes homogènes. La plus fortes dose (0.4ml) est classée dans le groupe D tandis que la plus faible dose (0.1ml) correspond au groupe B (Tableau 6).

### 1-A-2 L'effet de huile d'olive sur la fécondité

La fécondité dans les lots témoins est en moyenne de  $215 \pm 67,191$  œufs/5 femelles (Tableau 7). Elle diminue très significativement en augmentant la dose. Aucun œuf n'est pondu sur les graines traitée, à la dose 0.4ml/25g (Figure 14).



**Figure 14 :** la fécondité moyenne des femelles de *C.maculatus* selon les doses d'huile d'olive pour les graines de niébé.

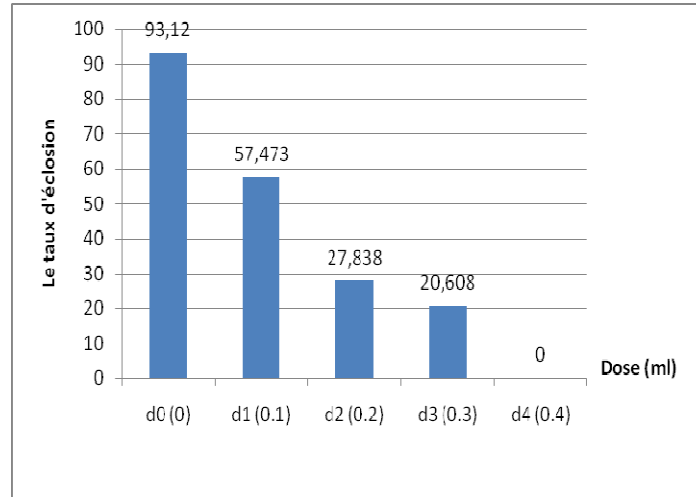
**Tableau 7:** Résultats du test de Newman-Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la fécondité des femelles de *C. maculatus* pour les graines de niébé.

Fécondité	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	$215 \pm 67,191$ (A)
2.0	0.1	$129,25 \pm 83,524$ (B)
3.0	0.2	$62,75 \pm 43,821$ (B et C)
4.0	0.3	$49,25 \pm 45,154$ (B et C)
5.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : $F=8.952$ $P=0.00072$

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes. La dose 0ml dans le groupe A, les doses 0.2ml et 0.3ml appartiennent au groupe BC, la dose la plus efficace est 0.4ml est classée dans le groupe C (Tableau 7).

### 1-A-3 L'effet de huile d'olive sur le taux d'éclosion

La Figure 15 montre que le taux d'éclosion est égal à 93% dans les lots témoins. Ce dernier diminue au fur et à mesure que la dose d'huile augmente pour s'annuler à la dose 0.4ml.



. **Figure 15 : le taux moyen d'éclosion des œufs de *C.maculatus* selon les doses d'huile d'olive pour les graines de niébé.**

L'analyse de la variance au seuil de 5% montre que le taux d'éclosion des bruches varie d'une façon significative selon HO ( $P=0$ ).

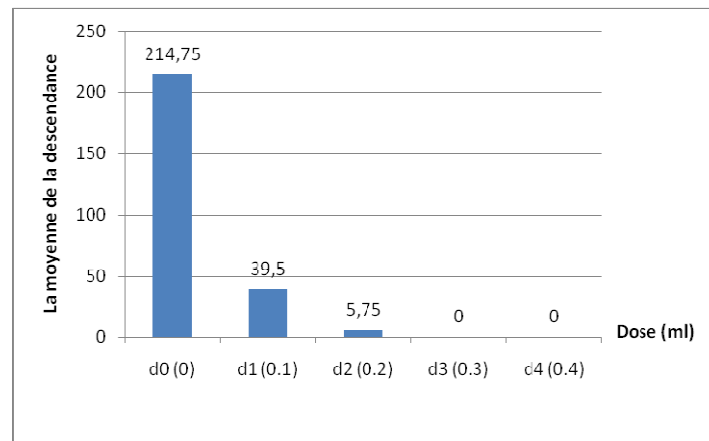
**Tableau 8:** Résultats du test de Newman-Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur le taux d'éclosion des œufs de *C.maculatus* pour les graines de niébé.

Taux d'éclosion	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	93,12±4,72 (A)
4.0	0.1	20,608±15,714 (B)
2.0	0.2	57,473±6,783 (A)
3.0	0.3	27,838±15,641 (C)
5.0	0.4	0 (D)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=47.245 P=0

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 4 groupes homogènes. Les doses 0ml et 0.2ml dans le groupe A, la dose 0.1ml dans le groupe B, la dose 0.3ml dans le groupe (C), la dose la plus efficace 0.4ml est classée dans le groupe D (Tableau 8).

#### 1-A-4 L'effet de l'huile d'olive sur la descendance

La figure 16 montre que l'huile d'olive utilisée a un effet significatif sur la descendance. Dans les lots témoins, une descendance de 214.75 individus est enregistrée. Dans les lots traités, la descendance est s'annule à partir de la dose 0.3ml/25grs.



**Figure 16 : le nombre moyen d'adultes de *C.maculatus* émergés selon les doses d'huile d'olive.**

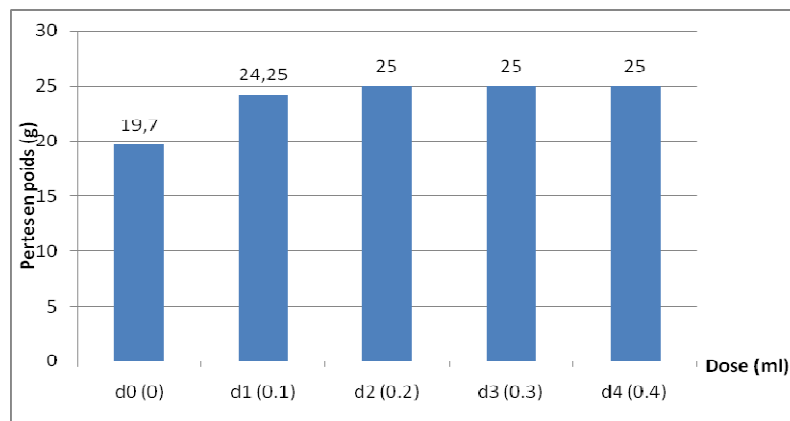
**Tableau 9 :** Résultats du test de Newman et Keuls, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la descendance de *C.maculatus*.

La descendance	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	214,75±79,868 (A)
2.0	0.1	39,5±23,951 (B)
3.0	0.2	5,75±5,909 (B)
5.0	0.3	0 (B)
4.0	0.4	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=24.466 P=0

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes. La dose 0ml correspond au groupe A et les doses 0.1, 0.2, 0.3 et 0.4ml appartiennent au groupe B.

### 1-A-5 L'effet d'huile d'olive sur les pertes en poids des graines

Dans les lots témoins, le poids des graines après l'émergence de la 1<sup>er</sup> génération de *C. maculatus*, est de l'ordre de 19.70g, ce qui correspond à une perte de 5.30g comparativement au poids initial (25g). Ce traitement assure une protection totale à partir de la dose 0.2ml (Figure 17).



**Figure 17 :**Le poids moyen des graines de niébé selon les doses d'huile d'olive.

**Tableau 10 :** Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet de l'huile d'olive sur la perte en poids du niébé.

Pertes en poids	Dose (ml)	Moyennes et écart-type
5.0	0	25±0 (A)
4.0	0.1	25±0 (A)
3.0	0.2	25±0 (A)
2.0	0.3	24,25±0,5 (B)
1.0	0.4	23,5±0,577 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=15.429 P=0,00004

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes. Les doses 0, 0.1 et 0.2ml correspondent au groupe A, la dose 0.3 ml appartient au groupe B et la dose 0.4ml correspond au groupe C.

#### 1-A-6 L'effet de l'huile d'olive sur la germination des graines de niébé

La faculté germinative des graines de niébé est importante dans les lots traités et ce pour toutes les doses testées.

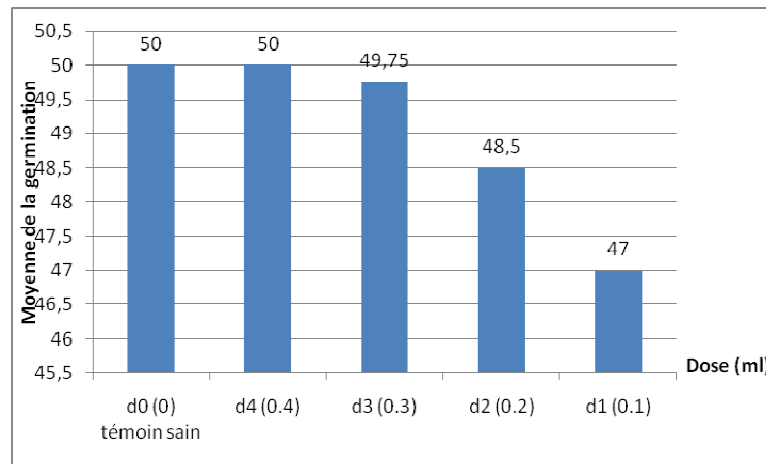
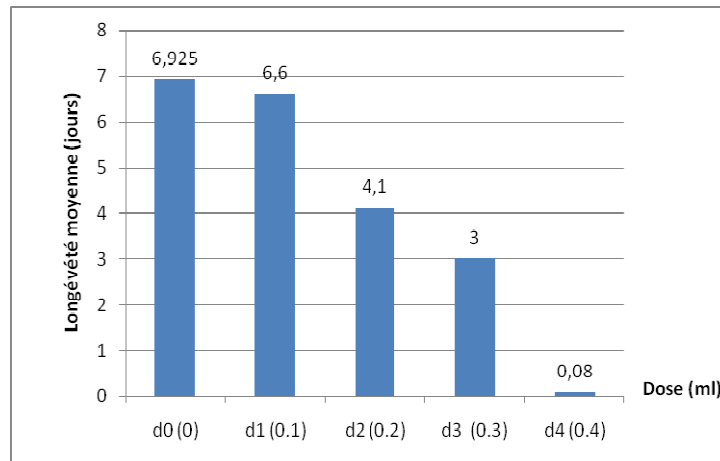


Figure 18 :le nombre moyen de graines de niébé germées selon les doses d'huile d'olive.

#### B- En utilisant les graines de pois chiche.

##### 1-B-1 L'effet de l'huile d'olive sur la longévité

D'après les résultats obtenus, la longévité de *C.maculatus* est inversement proportionnelle à la dose de huile d'olive testée, elle est en moyenne de 6,925 jours dans les lots témoins. A la plus forte dose (0.4 ml), les bruches vivent moins de 24 heures (0.08 jours) (Figure19).



**Figure 19 : La longévité moyenne (jours) de *C.maculatus* selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche.**

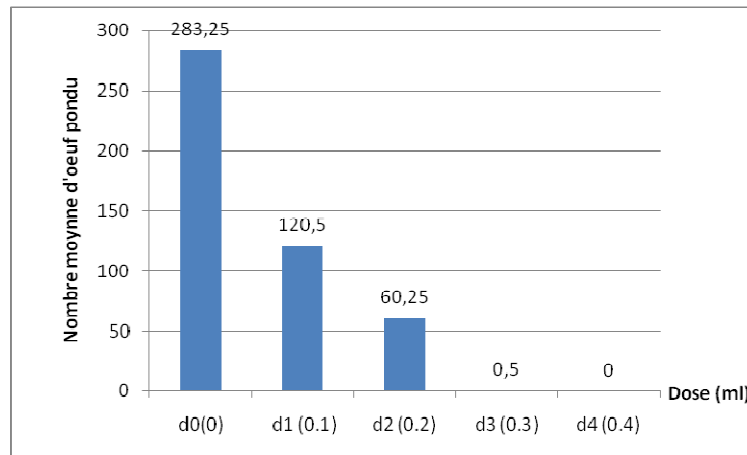
**Tableau 11 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la longévité des adultes de *C.maculatus* pour les graines de pois chiche.

Longévité	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	6,925±0,907 (A)
2.0	0.1	6,6±3,024 (A)
3.0	0.2	4.1±0,526 (B)
4.0	0.3	3±0,913 (B)
5.0	0.4	0,08±0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=14.315 P=0,00006

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes. Le groupe C correspond à la dose 0.4ml qui est la plus efficace, le groupe B renferme les doses 0.2ml et 0.3ml, le reste des doses sont classées dans le groupe A.

### 1-B-2 L'effet de l'huile d'olive sur la fécondité

La fécondité dans les lots témoins est en moyenne de 283,25 œufs/5 femelles. Elle diminue très significativement en augmentant la dose. Aucun œuf n'est pondu sur les graines de pois chiche traitées, à la dose 0.3 et 0.4ml/25g (Figure 20).



**Figure 20 : La fécondité moyenne de *C.maculatus* selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche.**

L'analyse de la variance au seuil de 5% montre que la fécondité de *C. maculatus* varie d'une façon significative selon HO ( $P=0$ ).

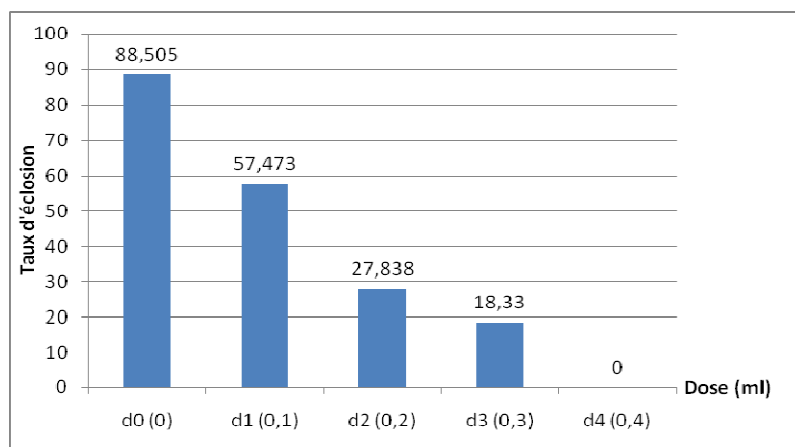
**Tableau 12 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la fécondité des femelles de *C.maculatus* pour les graines de pois chiche.

Fécondité	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	283,25±26,487 (A)
2.0	0.1	120,5±83,524 (B)
3.0	0.2	60,2 5±43,821 (C)
4.0	0.3	0,5±0,577 (C)
5.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=28.966  P=0

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes. La dose 0ml correspond au groupe A, la dose 0.1ml correspond au groupe B et les doses 0.2, 0.3 et 0.4ml correspondent au groupe C.

### 1-B-3 L'effet de l'huile d'olive sur le taux d'éclosion:

La figure 21 montre clairement que l'huile d'olive utilisée a un effet significatif sur le nombre d'œufs éclos. Le taux d'éclosion est nul à la dose 0.4ml comparativement au témoin.



**Figure 21: le taux moyen d'éclosion de *C. maculatus* selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche.**

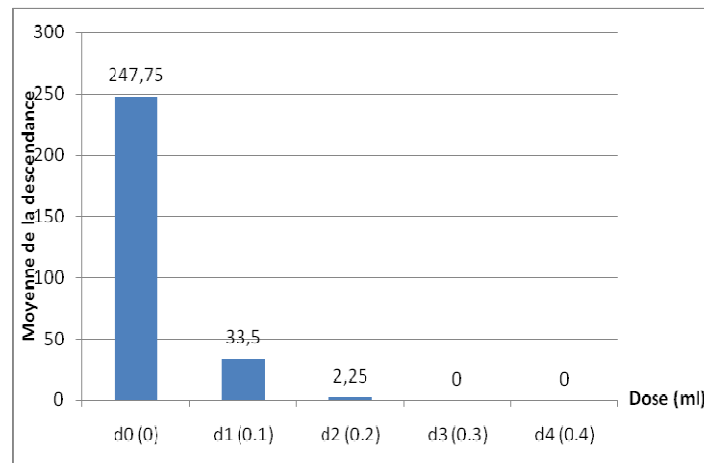
**Tableau 13 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur le taux d'éclosion de *C. maculatus* pour les graines de pois chiche.

Taux d'éclosion	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	88,505±2,962 (A)
2.0	0.1	57,473±6,783 (A)
4.0	0.2	18.33±57,735 (B)
3.0	0.3	27,838±15,641 (B)
5.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=6.046 P=0

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes. Les doses 0 et 0.1ml dans le groupe A, les doses 0.2 et 0.3ml correspondent au groupe B et la dose 0ml correspond au groupe C.

#### 1-B-4 L'effet de l'huile d'olive sur la descendance

Dans les lots témoins, une descendance de 247.75 individus est enregistrée. La descendance diminue considérablement dès la plus faible dose (0.1ml) pour s'annuler à la dose 0.3ml (Figure 22).



**Figure 22 : le nombre moyen d'adultes de *C.maculatus* émergés selon les doses d'huile d'olive pour les graines du pois chiche.**

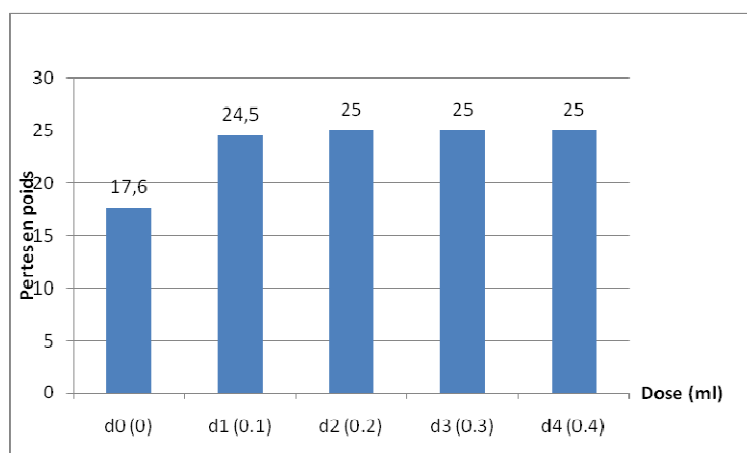
**Tableau 14 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la descendance de *C.maculatus* pour les graines de pois chiche.

La descendance	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	247,75±25,708 (A)
2.0	0.1	33,5±20,984 (B)
3.0	0.2	2,25±3,202 (C)
5.0	0.3	0 (C)
4.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=208.875 P=0

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes. Le groupe (A), correspond à la dose 0ml, le groupe B correspond à la dose 0.1ml et le groupe C comprend les doses 0.2, 0.3 et 0.4ml.

### 1-B-5 L'effet de l'huile d'olive sur les pertes en poids

Dans les lots témoins, le poids moyen des graines est de 17.6g. Par contre, dans les lots traités avec l'huile d'olive le poids des graines est conservé à partir de la dose 0.2ml (Figure 23).



**Figure 23 :** le poids moyen des graines de pois chiche selon les doses d'huile d'olive.

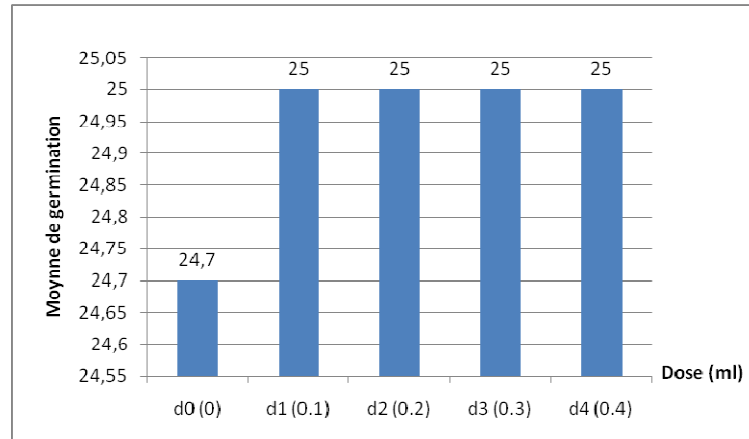
**Tableau 15 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la perte en poids des graines de pois chiche.

Pertes en poids	Dose (ml/25g)	Moyennes et écart-type
5.0	0	25±0 (A)
4.0	0.1	25±0 (A)
3.0	0.2	25±0 (A)
2.0	0.3	24,5±0,577 (A)
1.0	0.4	23,25±0,5 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=19.714 P=0.00001

Le test de Newman et Keuls, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes (Tableau 15).

### 1-B-6 L'effet de l'huile d'olive sur la germination

La faculté germinative des graines de pois chiche traitées avec les différentes doses d'huile d'olive est de 100% (Figure 24).

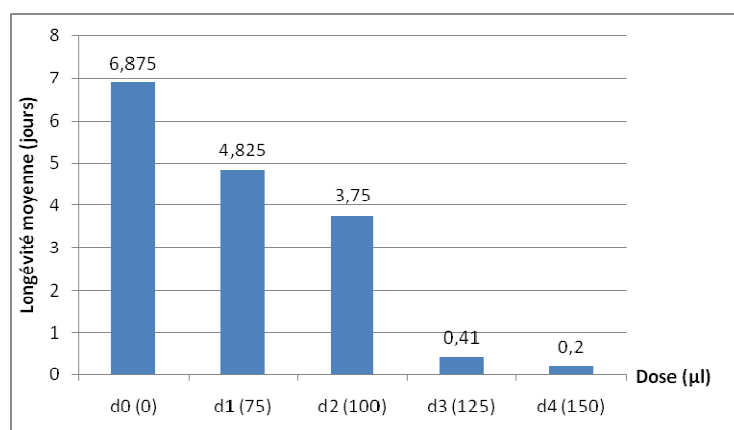


**Figure 24 : le nombre moyen de graines de pois chiche germées selon les doses d'huile d'olive.**

### C-Niébé

#### 1-C-1 L'effet de l'acide oléique sur la longévité

D'après les résultats obtenus, la longévité des adultes de *C. maculatus* est en moyenne de  $6,875 \pm 0,486$  jours dans les lots témoins (Tableau 16). A la plus fortes dose ( $150 \mu\text{l}$ ), les bruches vivent 0.2 jours (Figure 25).



**Figure 25 : La longévité moyenne (jours) de *C. maculatus* selon les doses d'acide oléique pour les graines du niébé.**

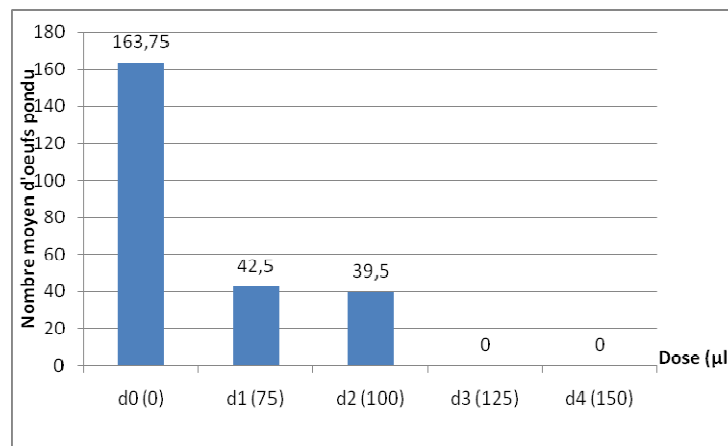
**Tableau 16 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la longévité de *C. maculatus*.

Longévité	Dose ( $\mu\text{l}/25\text{g}$ )	Moyennes et écart-type
1.0	0	$6,875 \pm 0,486$ (A)
2.0	75	$4,825 \pm 0,954$ (B)
3.0	100	$3,75 \pm 0,289$ (C)
4.0	125	$0,41 \pm 0$ (D)
5.0	150	$0,2 \pm 0$ (D)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : $F=135.273$  $P=0$

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 4 groupes homogènes (Tableau 16). Le témoin est classé dans le groupe A, la dose 75 $\mu\text{l}$  dans le groupe B, la dose 100 $\mu\text{l}$  dans le C et les doses 125 et 150  $\mu\text{l}$  appartiennent au groupe D.

### 1-C-2 L'effet de l'acide oléique sur la fécondité

Dans les lots témoins, la fécondité est de 163.75 œufs/5 femelles. Elle diminue au fur et à mesure que la dose d'acide oléique augmente de nombre d'œufs pondus s'annule à partir de la dose 125 $\mu\text{l}/25\text{g}$  (Figure 26).



**Figure 26 :** la fécondité moyenne de *C. maculatus* selon les doses d'acide oléique pour les graines du niébé.

**Tableau 17** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la fécondité de *C.maculatus* .

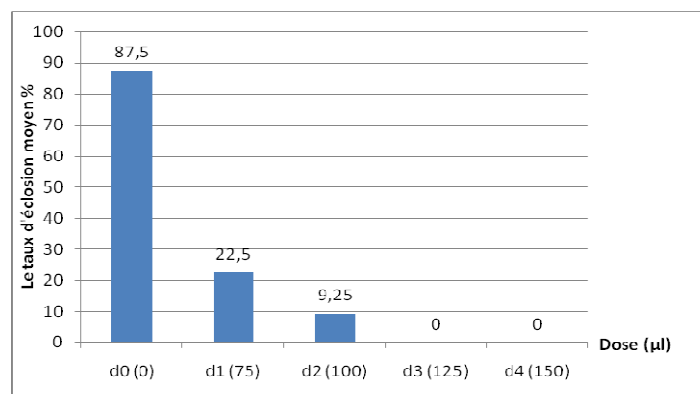
La fécondité	Dose ( $\mu$ l/25g)	Moyennes et écart-type
1.0	0	163,75 $\pm$ 86,673 (A)
2.0	75	42,5 $\pm$ 48,542 (B)
3.0	100	39,5 $\pm$ 28,03 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=8.495  P=0.00093

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes.

Le témoin dans le groupe A, les doses allant de 75 $\mu$ l à 150 $\mu$ l dans le groupe B (Tableau17).

### 1-C-3 L'effet de l'acide oléique sur le taux d'éclosion

Le taux d'éclosion des œufs dans les lots traités est de 87.50%, il diminue considérablement à partir de la dose 75 $\mu$ l pour s'annuler à la dose 125 $\mu$ l (Figure 27).



**Figure 27** : le taux moyen d'éclosion de *C. maculatus* selon les doses d'acide oléique.

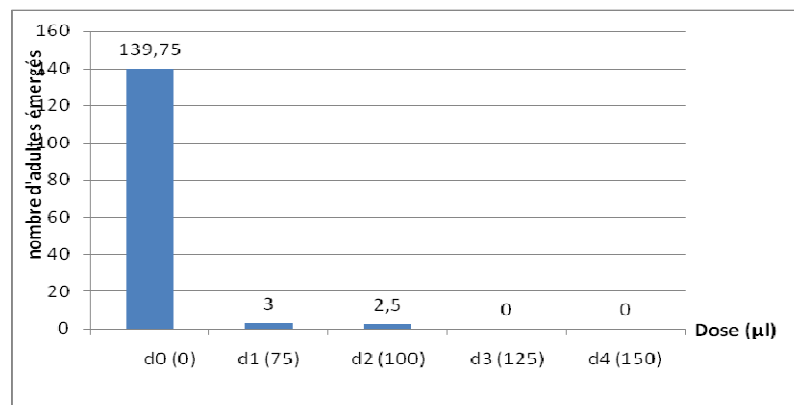
**Tableau 18** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur le taux d'éclosion de *C.maculatus* .

Le taux d'éclosion	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes et écart-type
1.0	0	87,5 $\pm$ 6,137 (A)
2.0	75	22,5 $\pm$ 10,472 (B)
3.0	100	9,25 $\pm$ 1,708 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=179.832  P=0

Le test de Newman et Keuls, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes. Le témoin dans le groupe A, 0.1ml dans le groupe B et les plus fortes doses dans le groupe C (Tableau 18).

#### 1-C-4 L'effet de l'acide oléique sur la descendance

Le nombre moyen des émergences des adultes dans les lots témoins est égale à 139.75. Il diminue considérablement dès la plus faible dose utilisée (75 $\mu$ l) pour s'annuler à la 125 $\mu$ l (Figure 28).



**Figure 28** : le nombre moyen d'adultes de *C. maculatus* émergés selon les doses d'acide oléique pour les graines de niébé.

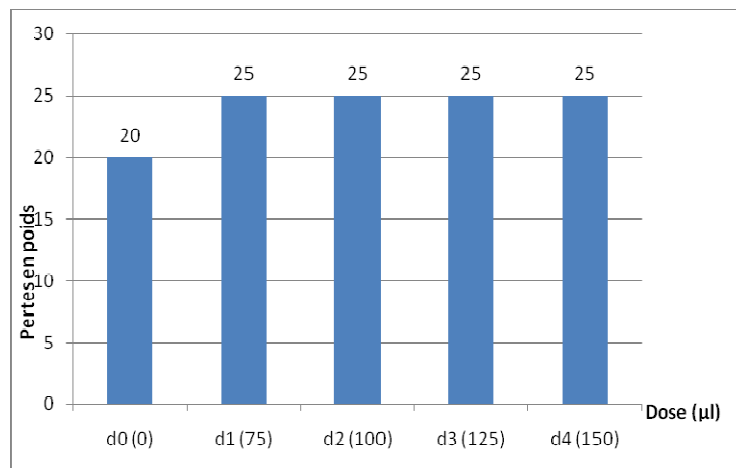
**Tableau 19 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la descendance de *C. maculatus*.

La descendance	Dose ( $\mu\text{l}$ )	Moyennes et écart-type
1.0	0	139,75 $\pm$ 89,983 (A)
2.0	75	3 $\pm$ 4,082 (B)
3.0	100	2,5 $\pm$ 2,517 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=9.437  P=0.00056

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, met en évidence 2 groupes homogènes dont le groupe B comprend les doses allant de 75 $\mu\text{l}$  à 150 $\mu\text{l}$  (Tableau 19).

#### 1-C-5 L'effet de l'acide oléique sur les pertes en poids

Dans les lots témoins, le poids moyen des graines de niébé est de 20g, par contre dans les lots traités avec l'acide oléique le poids des graines est conservé à partir de la dose 75 $\mu\text{l}$  (Figure 29).



**Figure 29 :** le poids moyen des graines de niébé selon les doses d'acide oléique.

**Tableau 20 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur les pertes en poids des graines de niébé.

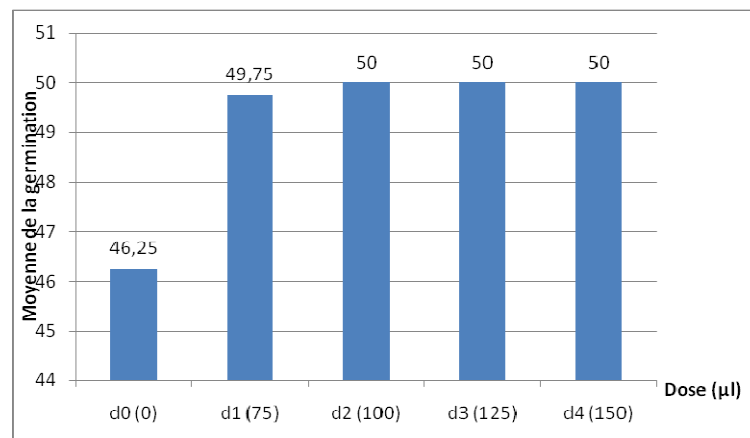
Pertes en poids	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes et écart-type
4.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
5.0	75	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	100	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	125	25 $\pm$ 0 (A)
1.0	150	23,5 $\pm$ 0,577 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=27  P=0

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes.

Les doses 0, 75, 100 et 125 $\mu$ l correspondent au groupe A et la dose 150 $\mu$ l appartient au groupe B.

#### 1-C-6 L'effet de l'acide oléique sur les germinations des graines de *V. unguiculata*

La faculté germinative des graines de niébé est importante dans les lots témoins, elle est de 46,25. Dans les lots traités, la germination est totale (100%) pour toutes les doses supérieures à 75 $\mu$ l (Figure 30).



**Figure 30 :** le nombre moyen de graines de niébé germées selon les doses d'acide oléique.

**Tableau 21** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la germination des graines de niébé

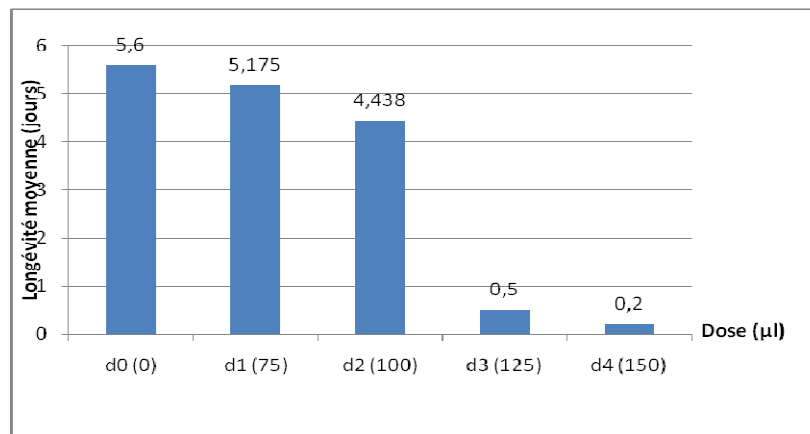
La germination	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes et écart-type
5.0	0	50 $\pm$ 0 (A)
4.0	75	50 $\pm$ 0 (A)
3.0	100	50 $\pm$ 0 (A)
2.0	125	49,75 $\pm$ 0,5 (A)
1.0	150	46,25 $\pm$ 3,5 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=4.37  P=0.01539

Selon le test de Newman et Keuls, les doses testées (75, 100, 125, 150  $\mu$ l) appartiennent au groupe A tandis que le groupe B renferme le témoin.

#### D- En utilisant les graines de Pois chiche

##### 1-D-1 L'effet de l'acide oléique sur longévité

D'après les résultats obtenus, la longévité des adultes de *C.maculatus* est en moyenne de 5,6 dans les lots témoins (dose 0  $\mu$ l). Pour les lots traités, la longévité diminue lorsque la dose augmente de 75 à 150 $\mu$ l/25g (Figure 31).



**Figure 31** : la longévité de *C.maculatus* selon les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche.

**Tableau 22 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la longévité de *C.maculatus* sur les graines du pois chiche.

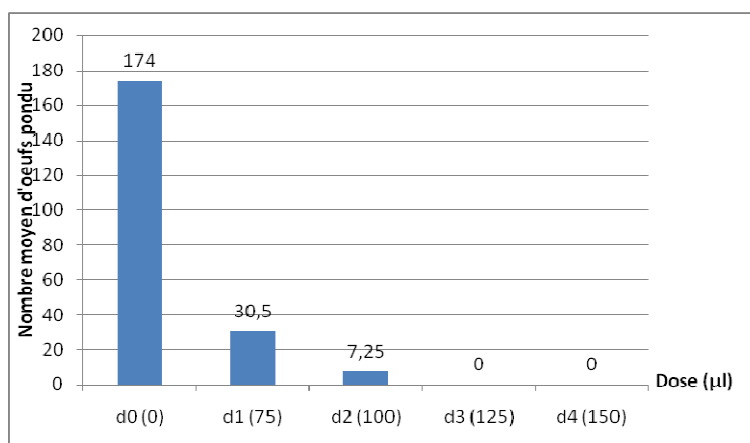
La longévité	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes et écart-type
2.0	0	5,6 $\pm$ 0,152 (A)
1.0	75	5,175 $\pm$ 0,392 (A)
3.0	100	4,438 $\pm$ 0,427 (B)
4.0	125	0,5 $\pm$ 0 (C)
5.0	150	0,2 $\pm$ 0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=229.722 P=0

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 3 groupes homogènes

(Tableau 22). Le groupe A correspond aux doses 0 et 75 $\mu$ l, le groupe B avec la dose 100 $\mu$ l et le groupe C correspond aux doses 125 et 150  $\mu$ l.

### 1-D-2 L'effet de l'acide oléique sur la fécondité:

Dans les lots témoins la fécondité est en moyenne de 174 œufs/5 femelles. Elle diminue très significativement en augmentant les doses de l'acide oléique pour s'annuler à la dose 125 $\mu$ l (Figure 32).



**Figure 32:** la fécondité moyenne de *C.maculatus* selon les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche.

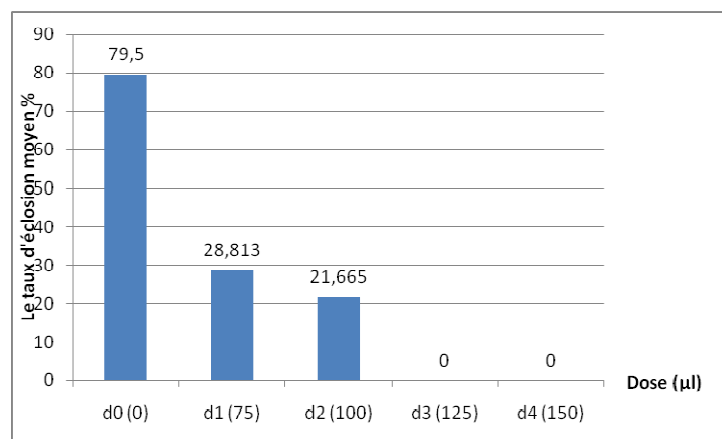
**Tableau 23 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la fécondité de *C.maculatus* sur les graines du pois chiche

Fécondité	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes et écart-type
1.0	0	174 $\pm$ 70,725 (A)
2.0	75	30,5 $\pm$ 32,97 (B)
3.0	100	7,25 $\pm$ 11,413 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=17.921 P=0.00002

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes. Le groupe A correspond à la dose 0 $\mu$ l, le groupe B correspond aux doses 75, 100, 125 et 150 $\mu$ l.

### 1-D-3 L'effet de l'acide oléique sur le taux d'éclosion

La figure 33 montre clairement que l'acide oléique utilisé a un effet significatif sur le nombre d'œufs éclos. Le taux d'éclosion est nul à partir de la dose 125 $\mu$ l.



**Figure 33: le taux moyen d'éclosion de *C.maculatus* selon les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche.**

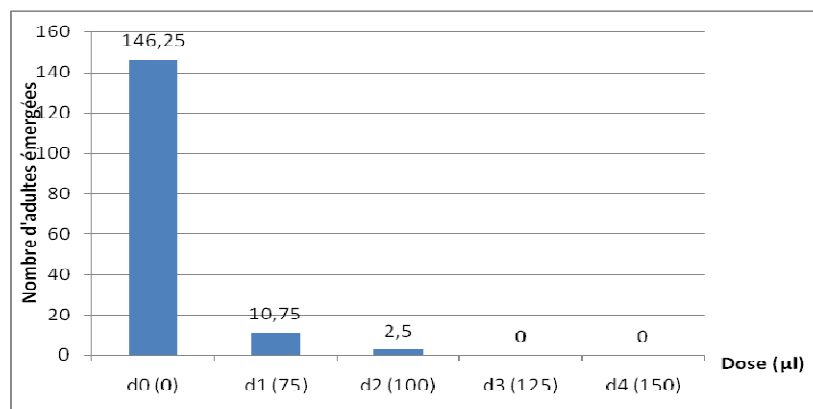
**Tableau 24 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur le taux d'éclosion de *C.maculatus* sur les graines du pois chiche.

Taux d'éclosion	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes et écart-type
1.0	0	79,5 $\pm$ 18,303 (A)
2.0	75	28,813 $\pm$ 20,444 (B)
3.0	100	21,665 $\pm$ 31,443 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=12.175  P=0.00015

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, classe les doses 75, 100, 125, 150  $\mu$ l dans le groupe B, la dose 0 $\mu$ l appartient au groupe A.

#### 1-D-4- L'effet de l'acide oléique sur la descendance

Dans les lots témoins, une descendance moyenne de 146,25 individus est enregistrée. Le taux d'émergence diminue considérablement dès la plus faible dose de 75 $\mu$ l, pour s'annuler à partir de 125 $\mu$ l.



**Figure 34:** le nombre moyen d'adultes de *C. maculatus* selon émergés les doses d'acide oléique pour les graines de pois chiche.

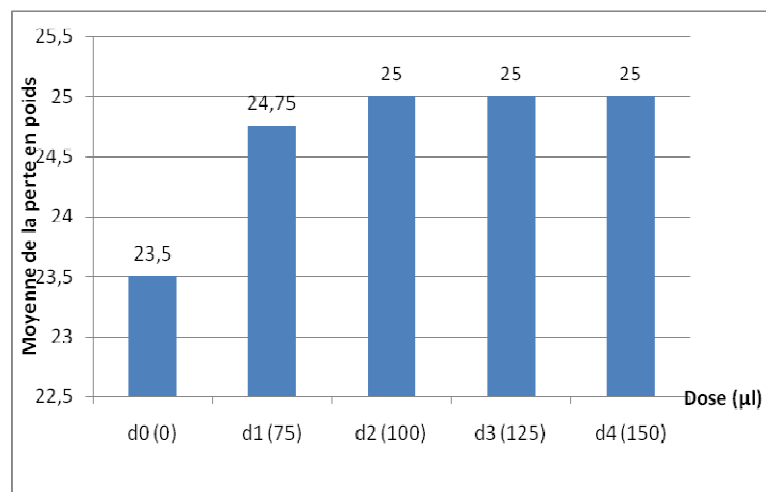
**Tableau 25 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la descendance de *C.maculatus* sur les graines du pois chiche.

La descendance	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes et écart-type
1.0	0	146,25 $\pm$ 80,612 (A)
2.0	75	10,75 $\pm$ 15,019 (B)
3.0	100	2,5 $\pm$ 5 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=12.167 P=0.00015

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes. Le groupe A correspond à la dose 0 $\mu$ l et le groupe B correspond au doses 75, 100, 125, 150 $\mu$ l.

#### 1-D-5 L'effet de l'acide oléique sur les pertes en poids des graines de pois chiche

Dans les lots traités avec l'acide oléique, le poids moyen des graines est relativement bien conservé pour les doses 100, 125 et 150 $\mu$ l (Figure 35).



**Figure 35:** le poids moyen des graines pois chiche selon les doses d'acide oléique.

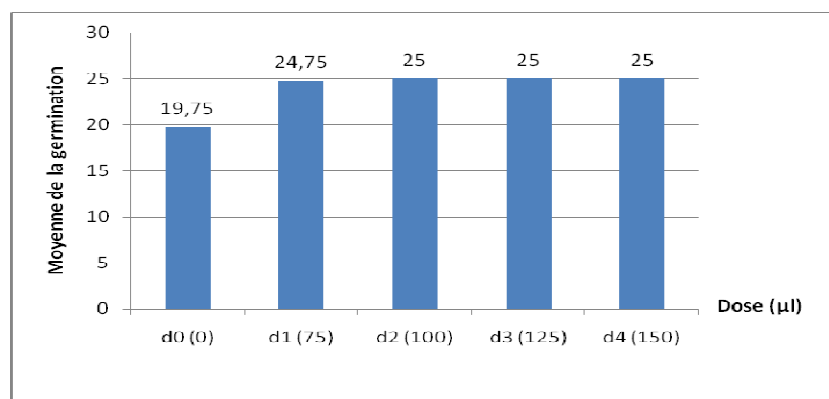
**Tableau 26 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur les pertes en poids des graines du pois chiche

Pertes en poids	Dose ( $\mu\text{l}$ )	Moyennes et écart-type
5.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
4.0	75	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	100	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	125	24,75 $\pm$ 0,5 (A)
1.0	150	23,5 $\pm$ 0,577 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=14.571 P=0.00006

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes A et B (Tableau 26). Le groupe A avec les doses 0, 75, 100, 125  $\mu\text{l}$  et le groupe B correspond à la dose 150 $\mu\text{l}$ .

#### 1-D-6 L'effet de l'acide oléique sur la germination

La faculté germinative des graines de pois chiche traitées avec l'acide oléique est de 100% pour les doses 100, 125 et 150 $\mu\text{l}$ . Le pourcentage le plus faible est enregistré avec le témoin (79%) (Figure 36).



**Figure 36: le nombre moyen de graines germées de pois chiche selon les doses d'acide oléique.**

**Tableau 27 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la germination des graines du pois chiche.

La germination	Dose ( $\mu\text{l}$ )	Moyennes et écart-type
5.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
4.0	75	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	100	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	125	24,75 $\pm$ 0,5 (A)
1.0	150	19,75 $\pm$ 2,5 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=16.596 P=0.00003

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les 5 doses en 2 groupes homogènes

(Tableau 27). Le groupe A avec les doses 0, 75, 100, 125 $\mu\text{l}$  et le groupe B avec la dose 150 $\mu\text{l}$ .

---

---

#### IV-2-1 L'effet des traitements sur les paramètres biologiques

Les traitements utilisés ont révélé une activité biologique très intéressante à l'égard de *C. maculatus*. En effet, les résultats des tests par contact montrent clairement que la durée de vie de bruches diminue significativement pour les deux substrats utilisés au fur et à mesure que la dose d'huile d'olive testée augmente ainsi que celle de l'acide oléique. Le traitement des graines de *V. unguiculata* et de *C. arietinum* à la dose 0.4 ml d'huile d'olive et 150 µl acide oléique pur réduit la longévité des adultes à moins de 24 heures. Tandis que la durée de vie de bruches adultes la plus élevée est observée dans les lots témoins avec une moyenne de 7.5 jours pour le niébé et de 6.9 jours pour le pois chiche. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par certains auteurs qui ont mis en évidence l'efficacité de nombreuses huiles végétales. C'est ainsi par exemple que Ahmed *et al.* (1988) ont montré l'efficacité à l'égard de *C. maculatus* des traitements de différentes variétés de haricot avec l'huile de moutarde et l'huile d'olive.

Kellouche *et al.* (2004) ont constaté que l'huile d'olive de 1<sup>er</sup> et de 2<sup>eme</sup> pression réduisent de façon très hautement significative la longévité des bruches adultes lorsque le dosage passe de 0.1 ml à 0.8 ml/ 50grs de graines.

B ellahmer (2012) a obtenu une longévité de moins de 24 heures pour la dose 100µl d'acide oléique pur /25g de graines.

Pour la fécondité des femelles de *C. maculatus* sur les graines de niébé et de pois chiche, elle est importante dans les lots témoins avec une moyenne de 215±67,191 œufs pour le niébé et de 283,25±26,487 œufs pour le pois chiche. Nos résultats ne sont pas similaires avec ceux rapportés par de nombreux auteurs dont Kellouche (2005) et Chimere (1999) qui ont montré que la ponte est très importante sur toutes les variétés, mais le haricot dolique reste l'hôte préféré. L'huile d'olive et l'acide oléique réduisent très significativement le nombre d'œufs pondus par rapport aux témoins (graines non traités). L'effet le plus marqué est obtenu pour la dose 0.4 ml/25gr d'huile d'olive ainsi que la dose 150 µl pour l'acide oléique où la fécondité des femelles est complètement inhibée en utilisant les graines de niébé ou de pois chiche.

La réduction de la longévité et la fécondité des adultes de *C. maculatus* peut être due à l'action de l'acide oléique. Cette action est plus significative dans le traitement effectué avec l'acide oléique. Comme c'est précisé dans la littérature (Gamazo – Vazquez *et al.* 2003 ;

---

Pinelli *et al.* 2003), l'acide oléique est le principal composé de l'huile d'olive .L'acide oléique, en concentration élevée, peut avoir un effet déterrant (Parr *et al.* 1996).

Hamad et Yahiaoui (2003) ont constaté que l'huile d'olive de 2eme pression réduit le nombre d'œufs pondus dès le premier mois après traitement.

Bellahmer (2012) a trouvé une fécondité égale à zéro pour la dose 125 µl d'acide oléique pur.

Par ailleurs, les deux produits testés ont un effet marqué sur la descendance de *C. maculatus*. Ils empêchent toute émergence des adultes à partir de la dose 0.3 ml pour l'huile d'olive et 125 µl pour l'acide oléique et ceci pour les deux substrats considérés.

#### **IV-2-2 L'effet des traitements sur les paramètres agronomiques**

Nos résultats montrent que les différents traitements utilisés ont une action très hautement significative sur la réduction des pertes en poids et sur la préservation de la faculté germinative des graines de niébé et du pois chiche.

Les graines traitées avec les fortes doses d'huile d'olive et d'acide oléique ont conservé le poids des graines de *V. unguiculata* et de *C. arietinum* à partir de la dose 0.3 ml pour l'huile d'olive et 125 µl pour l'acide oléique.

Le taux de germination observé pour ces doses est élevé, il est de 100%, ce qui explique que ces deux traitements n'ont pas un effet néfaste sur le pouvoir germinatif des graines

Adli et Belmadani (2003) ont observé des taux de germination différents pour différentes huiles à la même dose 1 ml/50gr (82% pour l'huile de Soja, 62% pour l'huile d'amande douce et 68% pour celle de maïs).

Bellahmer (2012) a constaté que 100% des graines ont germées à la dose 100µl d'acide oléique pur et avec les mélanges contenant 75µl et 100µl d'acide oléique.

Hamad et Yahiaoui (2003) ont montré que la faculté germinative des graines de *V. unguiculata* n'est pas affectée avec l'huile d'olive de tournesol, d'olive de 1<sup>ère</sup> pression et de 2eme pression et d'oléastre à la dose 0.8 ml/50gr de graines.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'huile d'olive et l'acide oléique pur ont une bonne activité biologique à l'égard de la bruche du niébé *C. maculatus*.

Ces deux traitements réduisent la durée de vie d'une part et affectent les différents paramètres biologiques (la fécondité, l'éclosion des œufs, et la descendance) de ce ravageur. En effet avec les tests par contact, il ressort que l'huile d'olive et l'acide oléique entraînent une mortalité des adultes, inhibent la ponte des femelles et réduisent le taux de viabilité embryonnaire et post embryonnaire des œufs déposés sur les graines de niébé et de pois chiche.

Pour les deux substrats utilisés, l'effet le plus marqué est observé à la dose 0,3 ml pour l'huile d'olive et 125µl pour l'acide oléique où la descendance est complètement inhibée.

Les deux produits ont donc préservé les graines de niébé et de pois chiche dès la plus faible dose (0,1 ml pour HO et 75 µl pour AOP) contre les attaques de *C. maculatus* et ils n'ont pas également affecté leur pouvoir germinatif.

Il serait donc utile de vérifier l'impact des deux produits sur la sécurité environnementale et sanitaire et également effectuer une comparaison sur le plan économique.

**Acide oléique** dans la base de données de produits chimiques *Reptox* de la CSST (organisme québécois responsable de la sécurité et de la santé au travail), consulté le 23 avril 2009 (site internet).

**Adli H et Belmadani K. 2003.** Action des extraits végétaux sur la bruche de niébé de *C. maculatus* (Coléoptera-Bruchidae).

**Afidol., 2013.** Le marché mondial de l'huile d'olive : production et consommation mondiale. www.afidol.org.

**Agri-stat, 2009.** Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole Campagnes 2006 & 2007. N°15 : 111p.

**Ahmed et al., 1988 in Kellouche A., 2011:** 21<sup>eme</sup> form de l'association tunisienne des sciences biologique P 5 ,6.

**Akpovi C. S., 1993.** Etude au laboratoire de l'efficacité de *Dinarmus basalis* Rondani. (Hymenoptera : Pteromalidae) ectoparasite de *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur Agronome. Université Nationale du Bénin. Cotonou Bénin : 98p.

**AmarI.,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 ; Unvi .M.M.T.O.83p.

**Angerosa F., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposto S., Montedoro G.F. (2004).** Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *J. Chromatogr. A* 1054, 17-31.

**Balachowsky A. S. (1962) :** Entomologie appliquée à l'agriculture, les coléoptères. Ed.Masson et Cie, Paris, T1, 564 p.

**Barnat S., Damiens L., 2003.** Conférence Internationale sur les bénéfices santé de l'alimentation méditerranéenne. Journal de pédiatrie et de puériculture. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. P.343.

**Beck C.W and L. S. BLUMER. , 2007.,-** Bean beetle, *Callosobruchus maculatus*, a model System for inquiry- based undergraduate laboratories. 274-283 pp, in Tested Studies for Laboratory Teaching, Volume 28 (M.A.O Donnell, E ditor). Proceedings of the 28<sup>th</sup> workshop/ Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE),p 403.

**Bellahmer C 2012.** Effet bio insecticide de l'acide oléique et de l'acide stéarique à l'égard de *C. maculatus* (F).Coléoptera-(Bruchidae). Mémoire d'ingénieur en Biologie U.N.N.T.O 45p.

**Booker R. H, 1967.** Observation on three bruchids associated with cowpea in Northern Nigeria. *J. Stored Prod Res.* 3, 1-15

**Borget M. (1989) :** Les légumineuses vivrières. Ed Maisonneuve et Larousse. Paris. pp: 4 - 161.

**Bouchez C. (1985):** Perspectives de développement de la culture du pois – chiche (*Cicer arietinum* L.) dans le bassin méditerranéen. Mémoire de DAA, ENSA Montpellier.

**Boulétreau M., 1998.** Parasitisme et génétique dans le monde des insectes. *Pour la science*, 123 : 78-87.

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

**Charrier, A., Michel Jacquet, Seg Harnon t Dominique Nicolas. 1997.** L'amélioration des plantes tropicales. CIRAD/ORSTOM Pt 483 - 503.

**COI., 2013.** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC n° 3/Rév. 7.

**Credland P. F., 1990.** Biotype variations and host plant change in bruchids: cause and effects in the evolution of bruchids pests. *Bruchids and legumes: Economics Ecology and coevolution*, FUJI K: 271- 287.

**Cubero J.I. (1987):** Morphology of chickpea in the chickpea eds : SAXENA.MC et SINDH K.B. Jacquard.B, 1975 pp: 35 – 66.

**Decelle J., 1987.** Les coléoptères nuisibles aux légumineuses alimentaires cultivées dans la région afrotropicale. Colloque sur les légumineuses alimentaires. Université de Niamey, 1985. AUPELF : 188-200.

**Diaw S. C., 1999.** Evaluation de la résistance variétale du niébé (*Vigna unguiculata* L.Walp.) à la bruche (*Callosobruchus maculatus* F). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome : 74p.

**Ducke J.A. (1981):** Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press,

**Erroux J. (1975) :** Agronomie méditerranéenne. Le milieu méditerranéen et ses

**Fiche du pois chiche**, site pulse Canada des producteurs de légumineuse du Canada, (2011) (site internet).

Fichhe du pois chiche, sit pulse Canada des producteurs de légumineuse du Canada, (2011) (site internete).

Gardens, K.ew and Ministry of Agriculture Fisheries and Food. London.

**Giga, D. P. and Smith, R. H.** Egg production and development of *Callosobruchus*, (1987).

**Glitho I. A., Nuto Y., Attoh A., Sambena B. & Kounnou K., 1988.** Ecologie et biologie de la reproduction des Bruchidae parasites des légumineuses alimentaires cultivées au Togo et au Bénin. Rapport ABN (Biosciences), Lomé : 81p.

**Hameed Df. Et Yahiaoui T .2003** Activité biologique de quatre huiles végétales à l'égard de *C. maculatus* (Coléoptera-Bruchidae).Mémoire d'ingénieur en Biologie U.N.N.T.O.68p.

**Iita, 1975.** Grain legume improvement program. *Report of the external review 1975. International Institut of Tropical Agriculture*, Ibadan, Nigreja : 18-28

**Iita, 1982.** Le niébé: manuel de formation, Ibadan (Coll. Series de manuel 11) : 127p.

In : advances in legume science. Summer field R.J. et Bunting A.H. (Eds) Royal Botanic

**Isubikalu P., Erbaugh J. M., Semana A. R. & Adipala E., 2000.** The influence of farmer perception on pesticide usage for management of cowpea field pests in Eastern Uganda. *African Crop Science Journal*, 8 (3) : 317-325.

**KELLOUCHE A., 2005.** Etude du bruche du pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de doctorat d'état, U.M.M.T.O. 154 P.

- Kellouche A., 2011:** 21 eme form de l'association tunisienne des sciences biologique P 5 ,6.
- Maillard R. (1975).** L'olivier, Ed comité technique de l'olivier, Paris, page 75.
- Manfoumbi M.R ; 2000:** Evaluation de Génotypes de Niébé (*Vigna unguiculata* (L) Wlp) pour la Résistance aux thrips (*Megalurothrips Siotedti*). Mémoire d'ing ; Ecole des cadres Ruraux Bambey (E.N.C.R).30p.
- Ndiaye M., 1996.** Etude de pré vulgarisation du niébé en milieu paysan dans les zones nord et centre nord du Sénégal. *ISRA, Document de travail et études*, 5 (2) : 27 p  
New – york and London.
- Obaton M. (1983):** Fichier technique de la fixation symbiotique de l'azote légumineuse
- Ouedraogo P. A., 1991.** Le déterminisme du polymorphisme imaginal chez *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae), son importance sur la biologie de cette bruche. Thèse Doctorat. Université Tours (France); 197 p.
- Oyenuga V. A., 1968.** Nigeria's food and feeding stuffs : the chemistry of food value. *University of Ibadan Press* : 79-83
- Ploux V. (1985) :** Contribution à l'étude de la formation du rendement (*Cicer arietinum*). L'influence de génotype et du milieu. D.E.A ENSA. Montpellier 85p.  
problèmes. Les cultures Verviers en Algérie, Tome I.
- Regnault-Roger C., Ridodeau M., Hamraoui A., Bareau I., Blanchard P., Gil-munoz M.I., 2004.** Polyphenolic compounds of Mediterranean Lamiaceae and investigation effects on *A. obtectus* (Say). *J.of stored Products Résearch* 40:395-408.  
Rhizobium. F.A.O. Rome.
- rhodesianus (Pic) and *Callosobruchus~ maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) on several commodities at two different temperktures.*J. Stored Prod. Res. Vol 23. (1) 9-15, 1987.*
- Seck, D., B. Sidibé, E. Haubruge, V. lienar(i et: Ch. Garpar. 1992.** La Résistance variétale du niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) à *Calosobruchus maculatus* F. (Col. Bruchidae) : Evaluation et perspectives d'utilisati b n au Sénégal *IMed. Fac. Landbouww. Rij ksuniv. Gent57 (3a): 743 - 750.*
- Singh, B.B. et Singh, S.R., 1992 :** Sélection de niébé résistant aux bruches. *La Recherche à l'IITA N°5.*, Sept. 1992 pp. 1-5.
- Singh, S.R. and Allen, D.J. Août 1979 :** Les insectes nuisibles et les maladies du niébé – Manuel PJ'2 ISBN, 978-1 3 1, 106 p. pp/ 5- 11 - 82-88-90.
- Singh, S.R. and Allen, D.J., 1980:** Pest deseases resistance and protection in cowpea pp. 419.
- Singh, S.R. and Van Emden, M.F., 1979:** Insecte pests of grain legumes - Annual Review of E.ntomo, logy 24, 255-278 *Tropical Pest Management*, 1988, 34 (2) 180-184 p.
- Singh, S.R., 1977:** Cowpea cultivars resistant to insects in word germoplasm : *CollectionTropical grain legume Bulle tin 9, 1-7.*
- Soukeyna CH, 1999:** Evoluation de la resistance varietale du niebe (*V. unguiculata* L.Walp.)A. (*Callusobruchus maculatus* F.). Mémoire d'ing ; Ecol Sup. d'agri. Senegal. 60 p.
- Southgate B. J. (1978):** The importance of the Bruchidae as pests of grain legumes, theirdistribution and control. In *pests of grain legumes: Ecology and control.* (Ed Singh, S. R., Van Emden H. F. and Taylor T. A.). Academic Press, London. pp: 219-229.
- Stanton W.R. (1970):** Les légumineuses à grains en Afrique. *Collection technique agricole d'aujourd'hui.* Ed. Lavoisier. 453p.

- Storey C. L., 1975.** Mortality of adult stored-product insects in an atmosphere produced by an exothermic inert atmosphere generator. *Journal of Economic Entomology*, 68(3): 316-318.
- Utida S., 1981.** Polymorphism and phase dimorphism in *Callosobruchus maculatus*; In: *The ecology of Bruchids attacking legumes*. Ed. by Labeyrie, Junk, The Hague: 143-147.
- Van Der Meassen L.J.G. (1972):** Cicer L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation. Mededelingen van de landbouwschool Wageningen. Nederland, pp: 72 – 10.
- Van Der Meassen L.J.G. (1984):**“Taxonomy, distribution and evolution of the chickpea and its wild relatives”. In “genetic resources and their exploitation, chickpea, faba beans and lentils” pp: 95 – 104.
- Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l’huile d’olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse/ Académie d’Aix-Marseille Université d’Avignon et des pays de Vaucluse– sciences des procédés – sciences des aliments.

## Annexes

**Tableau 6 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la longévité des adultes de *C. maculatus* pour les graines de niébé.

Longévité	Dose	Moyennes ± écart-type
é	(ml/25g)	
1.0	0	7,525±0,709 (A)
2.0	0.1	5,98±0,189 (B)
3.0	0.2	3,75±0,526 (C)
4.0	0.3	3,25±0 (C)
5.0	0.4	0,08±0 (D)
Anova a 1 critère		Facteur dose d'huile : F=179.638  P=0

**Tableau 7:** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la fécondité des adultes de *C. maculatus* pour les graines de niébé.

Fécondité	Dose	Moyennes ± écart-type
é	(ml/25g)	
1.0	0	215±67,191 (A)
2.0	0.1	129,25±83,524 (B)
3.0	0.2	62,75±43,821 (B et C)
4.0	0.3	49,25±45,154 (B et C)
5.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=8.952  P=0.00072

## Annexes

**Tableau 8:** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur le taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* pour les graines de niébé.

Taux d'éclosion	Dose (ml/25g)	Moyennes ± écart-type
1.0	0	93,12±4,72 (A)
4.0	0.1	20,608±15,714 (B)
2.0	0.2	57,473±6,783 (A)
3.0	0.3	27,838±15,641 (C)
5.0	0.4	0 (D)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=47.245  P=0

**Tableau 9 :** Résultats du test de Newman et Keuls, concernant l'effet des différentes doses d'huile d'olive sur la descendance de *C. maculatus*.

La descendance	Dose (ml/25g)	Moyennes ± écart-type
1.0	0	214,75±79,868 (A)
2.0	0.1	39,5±23,951 (B)
3.0	0.2	5,75±5,909 (B)
5.0	0.3	0 (B)
4.0	0.4	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=24.466  P=0

## Annexes

**Tableau 10** : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet de l'huile d'olive sur la perte en poids du niébé.

Pertes en poids	Dose (ml)	Moyennes $\pm$ écart-type
5.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
4.0	0.1	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	0.2	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	0.3	24,25 $\pm$ 0,5 (B)
1.0	0.4	23,5 $\pm$ 0,577 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=15.429  P=0,00004

**Tableau 11** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la longévité des adultes de *C.maculatus* pour les graines de pois chiche.

Longévité	Dose (ml/25g)	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	6,925 $\pm$ 0,907 (A)
2.0	0.1	6,6 $\pm$ 3,024 (A)
3.0	0.2	3,75 $\pm$ 0,526 (B)
4.0	0.3	3 $\pm$ 0,913 (B)
5.0	0.4	0,08 $\pm$ 0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=14.315  P=0,00006

## Annexes

**Tableau 12** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la fécondité des adultes de *C.maculatus* pour les graines de pois chiche.

Fécondité	Dose (ml/25g)	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	283,25 $\pm$ 26,487 (A)
2.0	0.1	129,25 $\pm$ 83,524 (B)
3.0	0.2	62,75 $\pm$ 43,821 (C)
4.0	0.3	0,5 $\pm$ 0,577 (C)
5.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=28.966  P=0

**Tableau 13** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur le taux d'éclosion de *C. maculatus* pour les graines de pois chiche.

Taux d'éclosion	Dose (ml/25g)	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	88,505 $\pm$ 2,962 (A)
2.0	0.1	57,473 $\pm$ 6,783 (A)
4.0	0.2	18.33 $\pm$ 57,735 (B)
3.0	0.3	27,838 $\pm$ 15,641 (B)
5.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=6.046  P=0

## Annexes

**Tableau 14 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la descendance de *C. maculatus* pour les graines de pois chiche.

La descendance	Dose (ml/25g)	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	247,75 $\pm$ 25,708 (A)
2.0	0.1	33,5 $\pm$ 20,984 (B)
3.0	0.2	2,25 $\pm$ 3,202 (C)
5.0	0.3	0 (C)
4.0	0.4	0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=208.875  P=0

**Tableau 15 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la perte en poids des graines de pois chiche.

Pertes en poids	Dose (ml/25g)	Moyennes $\pm$ écart-type
5.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
4.0	0.1	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	0.2	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	0.3	24,5 $\pm$ 0,577 (A)
1.0	0.4	23,25 $\pm$ 0,5 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=19.714  P=0.00001

## Annexes

**Tableau 16 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses de l'huile d'olive sur la longévité de *C.maculatus* selon les doses d'acide oléique de niébé.

Longévité	Dose ( $\mu\text{l}/25\text{g}$ )	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	6,875 $\pm$ 0,486 (A)
2.0	75	4,825 $\pm$ 0,954 (B)
3.0	100	3,75 $\pm$ 0,289 (C)
4.0	125	0,41 $\pm$ 0 (D)
5.0	150	0,2 $\pm$ 0 (D)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=135.273  P=0

**Tableau 17 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la fécondité de *C.maculatus* .

La fécondité	Dose ( $\mu\text{l}/25\text{g}$ )	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	163,75 $\pm$ 86,673 (A)
2.0	75	42,5 $\pm$ 48,542 (B)
3.0	100	39,5 $\pm$ 28,03 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=8.495  P=0.00093

## Annexes

**Tableau 18** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur le taux d'éclosion de *C.maculatus*.

Le taux d'éclosion	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	87,5 $\pm$ 6,137 (A)
2.0	75	22,5 $\pm$ 10,472 (B)
3.0	100	9,25 $\pm$ 1,708 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=179.832  P=0

**Tableau 19** : Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la descendance de *C.maculatus*.

La descendance	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	139,75 $\pm$ 89,983 (A)
2.0	75	3 $\pm$ 4,082 (B)
3.0	100	2,5 $\pm$ 2,517 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=9.437  P=0.00056

## Annexes

**Tableau 20 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur les pertes en poids des graines de niébé.

Pertes en poids	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
4.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
5.0	75	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	100	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	125	25 $\pm$ 0 (A)
1.0	150	23,5 $\pm$ 0,577 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=27  P=0

**Tableau 21 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la germination des graines de niébé

La germination	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
5.0	0	50 $\pm$ 0 (A)
4.0	75	50 $\pm$ 0 (A)
3.0	100	50 $\pm$ 0 (A)
2.0	125	49,75 $\pm$ 0,5 (A)
1.0	150	46,25 $\pm$ 3,5 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=4.37  P=0.01539

## Annexes

**Tableau 22 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la longévité de *C. maculatus* sur les graines du pois chiche.

La longévité	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
2.0	0	5,6 $\pm$ 0,152 (A)
1.0	75	5,175 $\pm$ 0,392 (A)
3.0	100	4,438 $\pm$ 0,427 (B)
4.0	125	0,5 $\pm$ 0 (C)
5.0	150	0,2 $\pm$ 0 (C)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=229.722 P=0

**Tableau 23 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la fécondité de *C. maculatus* sur les graines du pois chiche

Fécondité	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
1.0	0	174 $\pm$ 70,725 (A)
2.0	75	30,5 $\pm$ 32,97 (B)
3.0	100	7,25 $\pm$ 11,413 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=17.921 P=0.00002

## Annexes

**Tableau 24 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur le taux d'éclosion de *C.maculatus* sur les graines du pois chiche.

Taux d'éclosion	Dose (µl)	Moyennes ± écart-type
1.0	0	79,5±18,303 (A)
2.0	75	28,813±20,444 (B)
3.0	100	21,665±31,443 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=12.175  P=0.00015

**Tableau 25 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la descendance de *C.maculatus* sur les graines du pois chiche.

La descendance	Dose (µl)	Moyennes ± écart-type
1.0	0	146,25±80,612 (A)
2.0	75	10,75±15,019 (B)
3.0	100	2,5±5 (B)
5.0	125	0 (B)
4.0	150	0 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=12.167  P=0.00015

## Annexes

**Tableau 26 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur les pertes en poids des graines du pois chiche

Pertes en poids	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
5.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
4.0	75	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	100	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	125	24,75 $\pm$ 0,5 (A)
1.0	150	23,5 $\pm$ 0,577 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=14.571  P=0.00006

**Tableau 27 :** Résultats du test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, concernant l'effet des différentes doses d'acide oléique sur la germination des graines du pois chiche.

La germination	Dose ( $\mu$ l)	Moyennes $\pm$ écart-type
5.0	0	25 $\pm$ 0 (A)
4.0	75	25 $\pm$ 0 (A)
3.0	100	25 $\pm$ 0 (A)
2.0	125	24,75 $\pm$ 0,5 (A)
1.0	150	19,75 $\pm$ 2,5 (B)
Anova à 1 critère		Facteur dose d'huile : F=16.596  P=0.00003