

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou

Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques  
Département de biologie animale et végétale



**MEMOIRE**

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Biologie et écologie des populations et des communautés, Option : interaction « plantes-environnement »

**Thème :**

**Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.**



Présenté par : AÏBOUD Kamal

Devant le jury :

M<sup>me</sup> YAKOUB-BOUGDAL S.

M<sup>r</sup> KELLOUCHE A.

M<sup>r</sup> AMROUN M.

M<sup>me</sup> SADOUDI-ALI AHMED D.

M<sup>me</sup> MEDJDOUB-BENSAAD F.

Professeur U.M.M.T.O

Professeur U.M.M.T.O

Maître de conférences U.M.M.T.O

Maître de conférences à U.M.M.T.O

Maître de conférences à U.M.M.T.O

Président

Rapporteur

Examineur

Examineur

Examineur

Année Universitaire : 2011/2012

# ***REMERCIEMENTS***

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à mon directeur de thèse, le professeur KELLOUCHE Abdellah, exerçant à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques à l'UMMTO, qui m'a accordé l'honneur de diriger ce travail, sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils.

J'exprime ma profonde gratitude à M<sup>e</sup> YAKOUB-BOUGDAL Saliha, professeur à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques à l'UMMTO, d'avoir mis à ma disposition le matériel nécessaire à la réalisation de ce travail, et d'avoir accepté la présidence du jury de cette thèse, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect.

A M<sup>r</sup> AMROUN M., Maître de conférences de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'UMMTO, qu'il veuille accepter mes sincères remerciements pour avoir bien voulu juger ce travail.

J'exprime également ma reconnaissance à M MEDJDOUB F., Maître de conférences à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques à l'UMMTO, qui a accepté de participer à ce jury.

J'exprime également ma reconnaissance à ALI AHMED D., Maître de conférences à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques à l'UMMTO, qui a accepté de participer à ce jury.

Mes remerciements vont également à l'adresse de toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, plus particulièrement mes parents qui ont financé l'impression de cette thèse.

## Liste des figures

**Figure 1** : Adulte de la bruche du niébé, *C. maculatus* (F) (LEPESME 1944).

**Figure 2** : Adulte de *C. maculatus*. (A) : Vue dorsale d'une femelle; (B): vue dorsale d'un mâle (BROWN et DOWNHOWER, 1988).

**Figure 3** : Morphologie des antennes de *C. maculatus*. (A) antenne d'une femelle ; (B) antenne d'un mâle (observation au microscope électronique à balayage. Agrandissement  $\times 80$ ) (FEI, 2009).

**Figure 4**: Œuf de *C. maculatus*. (A) Œuf de pondu sur une graine de *V. unguiculata* (BLUMER et BECK, 2007). (B) Œuf de *C. maculatus*. Observé au microscope électronique à balayage. (Agrandissement  $\times 100$ ).

**Figure 5** : morphologie de *V. unguiculata*, (A) plante entière, (B) Gousses, (C) graines (ANNONYME, 2008).

**Figure 6** : Matériels de laboratoire : (A) une balance (précision 0,01 g), (B) Loupe binoculaire (G  $\times 40$ ), (C) Micropipette (5-50  $\mu$ l). (D) Etuve réfrigérée (Memmert).

**Figure 7** : Elevage de masse (Boite de Pétri, 15 cm de  $\emptyset$ ).

**Figure 8** : Plante du Thym (*Thymus vulagaris*).

**Figure 9** : Plante de l'origan (*Origanum vulgare*).

**Figure 10** : Plante de basilic (*Ocimum basilicum* L).

**Figure 11**: Myrte (*Myrtus communis*) (Oxford Botanic Garden 2003 Robert Haines' Plant Pictures).

**Figure 12** : Bourgeons floraux du giroflier *Syzygium aromaticum* L. (Myrtacées) qui, séchés, donnent les clous de girofle (Guy Sabattier 2004).

**Figure 13** : Arbre d'eucalyptus, 40 m de hauteur, Park National Deua, Equateur. (ANONYME 1, 2007).

**Figure 14** : Bois d'inde (*Pimenta racemosa* M) (ANONYME 2, 2007).

**Figure 15** : Dispositif expérimental des tests par contact.

**Figure 16** : Dispositif expérimental utilisé dans les tests de germination.

**Figure 17** : Dispositif expérimental des tests d'inhalation.

**Figure 18**: Dispositif expérimental des tests de repulsivité.

**Figure 19** : Longévité moyenne des adultes de *C. maculatus* selon le type et la dose d'huile essentielle.

**Figure 20** : Longévité moyenne des adultes de *C. maculatus* selon le type et la dose d'huile essentielle.

**Figure 21** : Fécondité moyenne de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose (myrte, eucalyptus, clous de girofle et bois d'inde).

**Figure 22** : Fécondité moyenne de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose (pour le basilic, thym, origan).

**Figure 23 :** Taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofle et le bois d'inde.

**Figure 24:** Taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le basilic, le thym et l'origan.

**Figure 25:** Taux d'émergence des adultes de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofle et le bois d'inde.

**Figure 26:** Taux d'émergence des adultes de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le basilic, le thym et l'origan.

**Figure 27:** Taux du poids des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile essentielle et la doses pour le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofle et le bois d'inde.

**Figure 28:** Taux du poids des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile essentielle et la doses pour le basilic, le thym et l'origan.

**Figure 29 :** Taux moyen de germination des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile et la dose dans les traitements avec le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofles et le bois d'inde.

**Figure 30 :** Taux moyen de germination des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile et la dose dans les traitements avec le basilic, le thym et l'origan.

**Figure 31:** Effet des huiles essentielles par fumigation sur la mortalité moyenne des adultes (A : Myrte, B : Eucalyptus, C : Clous de girofle, D : Bois d'Inde).

**Figure 32 :** Effet des huiles essentielles par fumigation sur la mortalité moyenne des adultes (E: Basilic, F: Origan, G: Thym).

**Figure 33 :** Effet des huiles essentielles par fumigation sur l'éclosion des œufs de *C. Maculatus* (A : Myrte, B : Eucalyptus, C : Clous de girofle, D : Bois d'Inde).

**Figure 34 :** Effet des huiles essentielles par fumigation sur l'éclosion des œufs de *C. Maculatus* (E: Basilic, F: Origan, G: Thym).

**Figure 35 :** Taux de viabilité des larves de *C. maculatus* âgées de 12 ou 18 jours dans les graines de *V. unguiculata* traitées avec les huiles essentielles de basilic, de thym, d'origan et d'eucalyptus.

**Figure 36:** Taux de viabilité des larves de *C. maculatus* âgées de 12 ou 18 jours dans les graines de *V. unguiculata* traitées avec les huiles essentielles de myrte de bois d'inde et des clous de girofle.

## **Liste des tableaux**

**Tableau 1 :** Evolution des superficies, des productions et des rendements du niébé en Afrique de 1994 à 2004 (FAO, 2005).

**Tableau 2 :** Principales maladies et ravageurs de *V. unguiculata* (MADAMBA, 2006).

**Tableau 3 :** Durée (en jours) des différents états et stades larvaires (KELLOUCHE, 2005).

**Tableau 4 :** Composition minérale (mg/100 g de matière sèche) des graines de *V. unguiculata* (SINHA, 1980).

- Tableau 5 :** Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de thym.
- Tableau 6 :** Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de l'origan
- Tableau 7 :** Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de basilic.
- Tableau 8 :** Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de myrte.
- Tableau 9 :** Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle le giroflier.
- Tableau 10 :** Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de L'eucalyptus.
- Tableau 11 :** Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de Bois d'inde.
- Tableau 12 :** Pourcentage de repulsivité selon MC DONALD *et al.* (1970).
- Tableau 13 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles selon les cinq doses testées sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.
- Tableau 14 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des cinq doses testées sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.
- Tableau 15 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des trois doses sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus*.
- Tableau 16 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des deux doses sur l'émergence des adultes de *C. maculatus* pour les traitements avec les huiles essentielles de thym, l'origan et l'eucalyptus.
- Tableau 17 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des deux doses sur l'émergence des adultes de *C. maculatus* pour les traitements avec les huiles essentielles de thym, l'origan et l'eucalyptus.
- Tableau 18 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des doses sur l'émergence des adultes de *C. maculatus* pour les traitements avec l'huile essentielle de myrte.
- Tableau 19 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*.
- Tableau 20 :** Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées sur la capacité germinative des graines de *V. unguiculata*.
- Tableau 21 :** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées par inhalation sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.
- Tableau 22 :** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées par inhalation sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus*.
- Tableau 23:** Résultat du test des taux de viabilité de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées par inhalation sur les larves de *C. maculatus*.
- Tableau 24 :** Taux de repulsivité (%) des l'huiles testées à l'égard des adultes de *C. maculatus*.
- Tableau 25 :** Classification de la répulsivité des huiles essentielles testées selon MC DONALD (1970).

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>I- Partie bibliographique</b>	
1 - Etude de <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius) .....	6
1.1- Position systématique BALACHOWSKY (1962) .....	6
1.2 - Description de l'insecte .....	6
1.3- Dimorphisme .....	7
1.4- Cycle biologique .....	8
2- Etude de la plante hôte .....	10
2.2- Description de <i>Vigna unguiculata</i> .....	11
2.3-Propriétés .....	11
<b>II- Matériels et Méthodes</b>	
1- Matériels du laboratoire .....	14
2- Matériels biologiques .....	14
2.1- Les bruches .....	14
2.2- Le haricot dolique .....	16
2.3- Les huiles essentielles .....	16
2.3.1- le thym ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	16
2.3.1.1- Description .....	16
2.3.1.2- Caractéristique de l'huile essentielle de Thym à thymol biologique .....	16
2.3.1.3-Principaux constituants biochimiques de thym .....	17
2.3.2- l'origan ( <i>Origanum vulgare</i> ) .....	17
2.3.2.1- Description .....	17
2.3.2.2- Caractéristique de l'huile essentielle de l'Origan .....	18
2.3.2.3- Principaux constituants biochimiques de l'origan .....	18

2.3.3- le basilic ( <i>Ocimum basilicum</i> L) .....	19
2.3.3.1- Description .....	19
2.3.3.2- Caractéristiques de l'huile essentielle de Basilic .....	19
2.3.3.3-Principaux constituants biochimiques de basilic .....	19
2.3.4- le myrte ( <i>Myrtus communis</i> ) .....	20
2.3.4.1- Description .....	20
2.3.4.2- Caractéristiques de l'huile essentielle du Myrte .....	20
2.3.4.3- Principaux constituants biochimiques de Myrte .....	21
2.3.5- le giroflier (Clous de girofle) ( <i>Syzygium aromaticum</i> .....	21
2.3.5.1- Description .....	21
2.3.5.2- Caractéristiques de l'huile essentielle des Clous de girofle .....	22
2.3.5.3- Principaux constituants biochimiques des clous de girofle .....	22
2.3.6- L'eucalyptus ( <i>Eucalyptus smithii</i> ) .....	22
2.3.6.1- Description .....	22
2.3.6.2- Caractéristiques de l'huile essentielle d' <i>E. smithii</i> .....	23
2.3.6.3- Principaux constituants biochimiques d' <i>E. Smithii</i> .....	23
2.3.7- Bois d'inde ( <i>Pimenta racemosa</i> M.) .....	24
2.3.7.1- Description .....	24
2.3.7.2- Description de l'huile essentielle de Bois d'inde .....	24
2.3.7.3- Principaux constituants biochimiques de bois d'inde .....	24
3- Tests biologiques .....	25
3.1-Traitements par contact .....	25
3.1.1-Dispositif expérimental .....	25
3.1.2- paramètres biologiques étudiés .....	25

3.1.2.1- la longévité des bruches .....	25
3.1.2.2- la fécondité des femelles .....	25
3.1.2.3- l'éclosion des œufs .....	26
3.1.2.4- émergence des adultes .....	26
3.1.3- paramètres agronomiques .....	26
3.1.3.1- Perte en poids des graines .....	26
3.1.3.2- faculté germinative des graines .....	26
3.2- Test d'inhalation .....	27
3.2.1- Test d'inhalation sur la longévité des adultes .....	27
3.2.2- Test d'inhalation sur l'éclosion des œufs .....	27
3.2.3- Test d'inhalation sur les larves .....	29
3.3- Test de repulsivité .....	29
4- Analyse statistique des données .....	30

### III- Résultats

1- Tests par contact .....	31
1.1- Effet des sept huiles essentielles sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i> .....	31
1.2- Effet sur la fécondité des femelles (ponte des œufs) .....	33
1.3- Effet sur l'éclosion des œufs .....	34
1.4- Effet sur l'émergence des adultes .....	35
1.5- Effet sur la perte en poids des graines de <i>Vigna unguiculata</i> .....	37
1.6- Effet sur le taux de germination des graines .....	38
2. Tests d'inhalation .....	40
2.1- effet des huiles essentielles sur la mortalité des adultes .....	40
2.2- Effet des huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> .....	43
2.3- Effet des huiles essentielles sur les larves .....	45

3- Tests de repulsivité .....	48
 <b>IV- Discussions</b>	
1- Tests par contact .....	49
1.1- Effet des sept huiles essentielles sur la longévité des adultes de <i>C. maculatus</i> .....	49
1.2- Effet des huiles essentielles sur la fertilité des femelles (ponte des œufs) .....	50
1.3- Effet des huiles essentielles sur l'éclosion des œufs .....	51
1.4- Effet des huiles essentielles sur l'émergence des adultes .....	52
1.5- Effet sur la perte en poids et la capacité germinative des graines de <i>V. unguiculata</i> .....	52
2. Tests d'inhalation .....	53
2.1 Effet des huiles essentielles sur la mortalité des adultes .....	53
2.2- Effet des huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de <i>C. maculatus</i> .....	55
2.3- Effet des huiles essentielles sur le développement larvaire de <i>C. maculatus</i> .....	55
3- Tests de répulsivité .....	56
<b>Conclusion</b> .....	58
<b>Références bibliographiques</b> .....	59

# Introduction

Les zones d'insécurité alimentaire dans le monde sont pour l'essentiel concentrées à l'intérieur des tropiques. Or, ces zones ne sont ni les plus exploitées ni les plus fertiles du globe. Malheureusement, c'est là que l'on retrouve la plus forte concentration de populations matériellement les moins nanties. Pour faire face à la demande alimentaire croissante de ces populations, il est nécessaire de ralentir la croissance démographique et d'accroître la production agricole en augmentant les rendements ou les superficies cultivables et réduire les pertes avant et après récoltes (DELOBEL et TRAN., 1993).

La conservation des récoltes demeure l'un des facteurs clés de la sécurité alimentaire d'un pays. En effet, la production agricole est généralement saisonnière alors que les besoins des consommateurs s'étendent sur toute l'année. Il y'a une nécessité de la mise en place d'une politique phytosanitaire adéquate pour épargner les populations des risques de pénurie alimentaire pendant l'intersaison agricole. Dans cette perspective, un accent particulier devrait être mis sur le contrôle des insectes déprédateurs des récoltes dans les stocks. En effet, les dommages causés par les insectes peuvent entraîner des pertes financières, des famines et des risques d'intoxication liés à la consommation des produits avariés ou traités avec des pesticides (ZUOXIN *et al.*, 2006).

A l'échelle mondiale, les pertes de produits agricoles occasionnées par les ravageurs des denrées stockées sont estimées à 10 % en moyenne et représentent une valeur monétaire annuelle de près de 58 milliards \$ US selon les récentes statistiques de la FAO. Ce pourcentage, encore plus élevé dans les pays de l'Afrique subsaharienne, souligne l'importance du problème à résoudre et constitue un défi persistant aux acteurs économiques qui se trouvent face à une demande alimentaire croissante des populations en Afrique tropicale (GOERGEN, 2005).

La culture des légumineuses vivrières, source de protéines végétales, a été reconnue comme étant l'une des meilleures et des moins coûteuses des solutions pour l'alimentation des populations des pays en voie de développement. En effet, les protéines végétales coûtent deux fois moins chères que les protéines animales. Les graines de légumineuses contiennent deux fois plus de protéines que les céréales (SOLTNER, 1990).

Les différents acteurs du développement agricole orientent leurs efforts vers l'accroissement de la productivité des principales cultures vivrières telles que le niébé (*Vigna unguiculata*) (AÏTCHEDJI *et al.*, 2002 ; ADEOTI *et al.*, 2002). Cette légumineuse est cultivée sur tout le continent Africain, en Amérique latine et dans quelques régions du sud-est Asiatique. En Afrique de l'ouest, où plus de 70 % de la totalité du niébé est produite, il est devenu progressivement une partie intégrante des systèmes de culture (Tableau 1) (OGBUINYA, 1997). Le Niébé est très intéressant tant sur le plan alimentaire que sur le plan agronomique. Ses graines sont riches en protéines (20 à 25 % de leur poids sec) et contiennent

la plupart des acides aminés nécessaires à l'alimentation humaine. (HIGNARD, 1998; ARCHANA et JAWALI, 2007).

L'accroissement des rendements est difficile à obtenir en raison des contraintes liées aux attaques d'insectes pendant et après la floraison (Tableau 2) ; Il s'agit notamment des thrips, comme *Megalurothrips sjostedti* Trybom, qui s'attaquent aux fleurs, des foreuses de gousses, comme *Maruca vitrata* Fabricius et *Clavigralla tomentosicollis* Stal., et des bruches qui ravagent les graines stockées. Ces insectes causent des dégâts considérables et des pertes de production variant de 50 à 95 % (KARUNGI *et al.*, 2000; ALABI *et al.*, 2004; NGAMO et HANCE., 2007). Plusieurs espèces de coléoptères Bruchidae ont ainsi été recensées en Afrique de l'Ouest, *Bruchidius atrolineatus* (Pic), *Callosobruchus rhodesianus* (Pic) et *Callosobruchus maculatus* (Fabricius).

Tableau 1 : Evolution des superficies, des productions et des rendements du niébé en Afrique de 1994 à 2004 (FAO, 2005).

Années	Superficie (ha)	Production (t)	Rendement (Kg/ha)
1994	6828650	2552281	373.8
1995	7885593	2514512	319
1996	8074589	2810992	348
1997	8254323	2725929	330
1998	9805967	3654046	373
1999	9893554	3409346	345
2000	8562646	3040780	355
2001	9141510	3407234	373
2002	9756679	3392680	348
2003	9785966	3620007	370
2004	9913800	3721835	375

Tableau 2 : principales maladies et ravageurs de *V. unguiculata* (MADAMBA *et al.*, 2006).

Maladies	Exemples
Maladies fongiques	L'anthracnose ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ) L'ascochytose ( <i>Phoma exigua</i> ) Les taches brunes ( <i>Colletotrichum truncatum</i> ) Le charbon foliaire ( <i>Protomyces phaseoli</i> )
Maladies bactériennes	Chancre bactérien ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vignicola</i> ) Pustules bactériennes ( <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>Glycines</i> )
Virus	Le virus de la mosaïque du niébé transmis par les pucerons (CABMV) Le virus de la marbrure du niébé (CPMoV) Le virus de la mosaïque jaune du niébé (CYMV) Virus de la mosaïque commune du haricot (BCMV) Le virus de la mosaïque du concombre (CMV-CS) Le virus de la mosaïque dorée du niébé (CPGMV)
Les nématodes	Nématode à galle ( <i>Meloidogyne</i> spp.) Nématode réniforme ( <i>Rotylenchus</i> spp.) Nématode des lésions de racines ( <i>Pratylenchus</i> spp.) Nématode à stylet ( <i>Hoplolaimus</i> spp.)

Les insectes ravageurs	Le puceron du niébé ( <i>Aphis craccivora</i> ) Les foreurs de gousses ( <i>Maruca vitrata</i> , <i>Etiella zinckenella</i> ) Les punaises des gousses et des graines, <i>Clavigralla tomentosicollis</i> . Les punaises grises ( <i>Lygus hesperus</i> ) Les charançons du haricot ( <i>Chalcodermus aeneus</i> ) La cicadelle vertes ( <i>Empoasca</i> spp.) La mouche des gousses du haricot ( <i>Melanagromyza sojae</i> ) La bruche e niébé ( <i>Callosobruchus maculatus</i> )
------------------------	---

*B. atrolineatus* et *C. rhodesianus* sont présents dans les cultures, mais sont peu adaptés aux systèmes de stockage dans les conditions naturelles. Dès les premières générations de stockage, plus de 90 % des adultes sont en diapause reproductrice et quittent les greniers souvent mal clos. Par contre, *C. maculatus* se maintient durant toute la saison sèche et représente, grâce à son potentiel reproducteur élevé, le ravageur le plus nuisible des stocks de Niébé, les dommages peuvent atteindre 100 % en quelques mois. Les stades larvaires de ces insectes ravageurs se développent à l'intérieur des graines et consomment les réserves contenues dans les cotylédons. En outre, au cours de leur développement, les larves de bruches éliminent l'azote sous forme d'acide urique toxique qui s'accumule à l'intérieur des graines, ce qui rend le niébé impropre à la consommation (HIGNARD, 1998; KELLOUCHE et SOLTANI, 2004; SERI-KOUASSI *et al.*, 2004).

Pour lutter contre les insectes ravageurs des graines stockés, deux méthodes sont préconisées, l'une est de nature préventive et se pratique avant l'installation des ravageurs et la deuxième, de type curative, est utilisée quand les lots sont déjà infestés. La lutte préventive comprend les techniques culturales : comme le choix du sol, l'isolement des champs, les rotations, la préparation du sol, entretien de la culture, et le mode d'entreposage, choix de cultivars, culture piège.

Dans l'approche préventive, nous pouvons inclure certaines techniques de la lutte physique, comme l'insolation, c'est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires. Des essais conduits sur niébé ont donné une mortalité totale des bruches *C. maculatus* et *C. subinnotatus* (Pic) au bout de 6 h d'exposition à 50 °C (LALE *et al.*, 2003).

Le stockage hermétique. Ce type de stockage est de plus en plus pratiqué en milieu rural. Le niébé est l'une des denrées les plus concernées du fait de sa forte sensibilité aux ravageurs. Ce sont souvent des fûts d'huile récupérés, des bidons en plastique et des jarres commodes pour emmagasiner jusqu'à 100 voire 200 kg de graines. Il est devenu actuellement pratique courante de rajouter quelques comprimés de phostoxin. Le stockage hermétique de graines de niébé combiné à l'ajout de fruits de *Boscia senegalensis* à 1,2 g.l-1 (poids échantillon/volume enceinte) réduit l'émergence de *C. maculatus*, tandis qu'une concentration de 2,4-4,8 g.l-1 inhibe complètement l'avènement d'une nouvelle génération (SECK *et al.*, 1996).

En exposant deux espèces de Bruchidae, *C. maculatus* (Fab.) et *C. subinnotatus* (Pic.), à une atmosphère saturée à 100 % de dioxyde de carbone, et une température de 32 °C, et une humidité relative optimale de 70 %, MBATA et al., (1996) ont observé une mortalité de 100 % pour les œufs et les adultes des deux espèces après une exposition de 24 heures, toutes les larves des deux espèces ont été tuées après une exposition de 48 heures. Ce qui montre l'efficacité des méthodes physiques dans la lutte contre les insectes ravageurs des graines stockés.

Plusieurs technologies de lutte intégrée sont développées et transférées en milieu paysan à savoir : les variétés améliorées de niébé à haut potentiel génétique et résistantes à certaines maladies et insectes (AÏTCHEDJI et al., 2002 ; KOUADIO et al., 2007). Plusieurs travaux ont été menés dans cette voie (SINGH et al., 1979 . DOUMMA et al., 2006); ces derniers rapportent qu'il est possible d'isoler des variétés de niébé résistantes aux bruches à partir des variétés locales existantes. Ces auteurs ont montré que seulement 25 % des graines des variétés résistantes sont dégradées au bout de 100 jours de stockage contre 80 % pour les variétés sensibles. Ainsi, l'utilisation de variétés résistantes semble être un moyen de protection efficace contre les attaques des bruches.

Aussi dans la lutte biologique contre les insectes ravageurs, les essais réalisés dans les greniers par l'introduction d'adultes de *Dinarmus basalis* (Hymenoptera : Pteromalidae) ont clairement démontré l'efficacité de ce parasitoïde dans le contrôle des populations de bruches (HIGNARD, 1998 ; SANON et al., 2005).

Les paysans pratiquaient des techniques traditionnelles en ajoutant aux denrées les produits locaux tels que les minéraux, les huiles végétales, les feuilles ou extraits de plantes pour leur protection contre les infestations multiples depuis des siècles (REGNAULT-ROGER et al., 2008). Ces pratiques ont été abandonnées au profit des méthodes modernes à cause des nombreux changements subi par l'agriculture au cours des dernières décennies (FAO, 1990). Malgré les moyens dont dispose la science, les insectes continuent encore à peser lourdement au bilan des pertes.

Depuis longtemps, la lutte contre ces ennemis des cultures et en particulier ceux du niébé est basée sur l'utilisation des pesticides de synthèse. L'usage de ces pesticides chimiques a souvent causé beaucoup plus de problèmes qu'il n'en a résolus (CHANDRASHEKAR et al., 2003). Selon OUEDRAOGO (2004) et CAMARA (2009), l'utilisation des pesticides de synthèse pose les problèmes majeurs suivants:

- L'accroissement de la résistance des insectes,
- la disparition des populations d'insectes,
- la pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques,
- la neutralisation de la vie du sol.

L'Afrique utilise moins de 10 % de la production mondiale de pesticides mais totalise 75 % des cas de mortalité humaine dus à ces substances chimiques.

C'est pourquoi, aujourd'hui, pour des raisons écologiques et économiques, il y a nécessité de développer des méthodes de substitution aux pesticides de synthèse dans la protection des cultures et des récoltes. Parmi ces méthodes, les biopesticides occupent une place de choix (BAMBARA et TIEMTORE., 2008).

Les substances d'origine végétale, en particulier les huiles essentielles, sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages, (CSEKE et *al.*, 1999) ; les biopesticides à base d'huiles essentielles présentent plusieurs caractéristiques d'intérêt (CHIASSEON et BELOIN, 2007) :

- Plusieurs sont aussi efficaces que les produits de synthèse. Ils ont en général une efficacité à large spectre, mais avec une spécificité pour certaines classes ou ordres d'insectes.
- En étant très peu rémanents, ils peuvent être appliqués jusqu'au moment de la récolte; cette faible rémanence permet également aux travailleurs de retourner au champ ou dans une serre dans un court délai après le traitement.
- Les formulations sont stables à la température de la pièce et les huiles essentielles brutes peuvent être entreposées pendant plusieurs années.
- Les méthodes d'analyse de ces extraits ont beaucoup évolué depuis 10 ans et il est maintenant possible d'isoler et d'identifier les principes actifs auparavant inconnus; ceci permet le développement de nouveaux mélanges pouvant avoir un effet additif ou synergique.
- Un biopesticide peut être mis sur le marché dans un délai plus court qu'un produit de synthèse, car le processus d'homologation est moins exigeant.

Les huiles essentielles ont fait l'objet de nombreuses recherches en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des grains stockés par leurs effets insecticides (TANZUBIL, 1991 ; DON-PEDRO, 1995 ; PEMONGE, 1997 ; KEÏTA *et al.*, 2001 ; KELLOUCHE et SOLTANI, 2004 ; KELLOUCHE, 2005 ; BATISH *et al.*, 2008 ; CAMARA, 2009 ; KELLOUCHE *et al.*, 2010).

C'est dans cette option que s'inscrit notre travail, en effet, nous nous sommes proposés dans la présente étude de tester dans les conditions de laboratoire, l'effet insecticide de sept huiles essentielles (du thym (*Thymus vulgaris*), du basilic (*Ocimum basilicum*), de l'origan (*Origanum vulgare*), du myrte (*Myrtus communis*), d'eucalyptus (*Eucalyptus smithii*), des clous de girofle (*Syzygium aromaticum*) et du bois d'Inde (*Pimenta racemosa*) sur la bruche du niébé *C. maculatus* (Fab) ; l'activité de ces produits a été évaluée par différents tests : le

contact, l'inhalation et la repulsivité. Nous avons également étudié l'effet de ces traitements sur la faculté germinative des graines de niébé.

Cette étude est organisée en trois chapitres :

- Le premier chapitre comporte des données bibliographiques sur la bioécologie de la bruche du niébé et sur la plante hôte.
- Les matériels et méthodes utilisés sont présentés dans le second chapitre.
- Le troisième chapitre porte sur les résultats obtenus et discussion.

# **I- Partie Bibliographique**

Les différentes espèces de bruches se distinguent par leur comportement, leur morphologie, l'importance des dommages causés et leurs réactions face aux méthodes de lutte. Pour être en mesure d'apporter une réponse aux lourds dégâts causés par ces insectes, il est absolument indispensable de passer en revue la taxonomie, la biologie et l'écologie de ces ravageurs dont la plupart sont d'importance économique, surtout dans les régions chaudes du monde (DJOSSOU, 2006).

### **1 - Etude de *C. maculatus***

L'espèce fut décrite pour la première fois par Fabricius en 1775. Sa position systématique actuelle a été précisée par Bridwell en 1929 puis par Southgate en 1979. *C. maculatus* appartient à la famille des Bruchidae, à la sous famille des Bruchinae et au genre *Callosobruchus*. La sous-famille des Bruchinae n'est d'ailleurs connue que sur les légumineuses (SOUTHGATE, 1979). Son origine n'est pas bien connue, mais DECELLE (1981) pense que cette espèce serait originaire d'Afrique. La bruche du niébé, *C. maculatus*, communément appelée bruche à 4 taches ou bruche maculée, comprend d'autres synonymes : *Bruchus quadrimaculatus*, *Bruchidius maculatus*, *B. ornatus*, *B. ambiguus*, *B. simatus*. Les anglo-saxons l'appellent Cowpea Weevil.

#### **1.1- Position systématique BALACHOWSKY (1962)**

Embranchement : Arthropodes

Sous Embranchement : Hexapode

Classe : Insectes

Sous Classe : Ptérygotes

Ordre : Coléoptères

Famille : Bruchidés

Genre : *Callosobruchus*.

Espèce : *Callosobruchus maculatus* (F).

#### **1.2 - Description de l'insecte**

L'adulte mesure 2,8 à 3,5 mm de long (Fig. 1) ; son corps est de coloration foncièrement rougeâtre; le prothorax est noir, et le dessin élytral est des plus variables et a été la cause de la création de plusieurs variétés sans valeurs spécifiques ayant des formes de passage intermédiaires de l'une à l'autre. Les élytres sont ornés de quatre taches noires, arrondies, placées latéralement, les deux plus grandes vers le milieu, les deux autres sur l'apex. Parfois, le calus huméral taché de noir est relié latéralement aux taches du milieu reliées elles-mêmes aux apicales. Sur le disque, ces taches sont séparées par une bande jaunâtre et oblique. Une linéole de même couleur s'observe au milieu des élytres, sur le 3<sup>e</sup> interstrie.

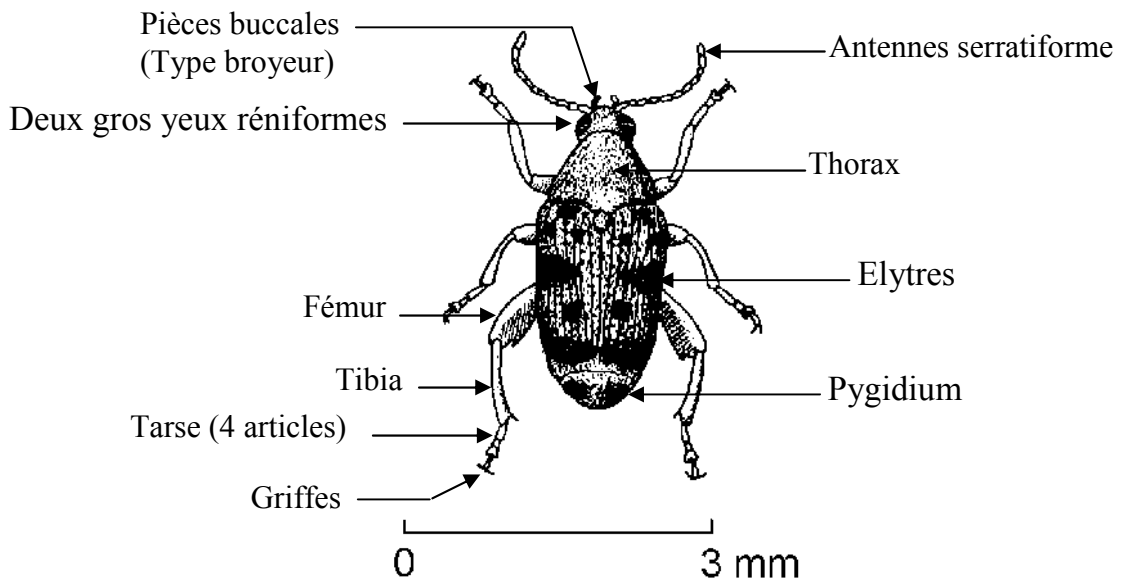
Les taches dorsales foncées peuvent faire complètement défaut ou se réduire à une simple bordure latérale sur les élytres. Le pygidium allongé, avec deux taches latérales, brunes ou oblongues (HOFFMANN, 1945 ; BALACHOWSKY, 1962 ; MALLAMAIRE, 1962).

**1.3- Dimorphisme**

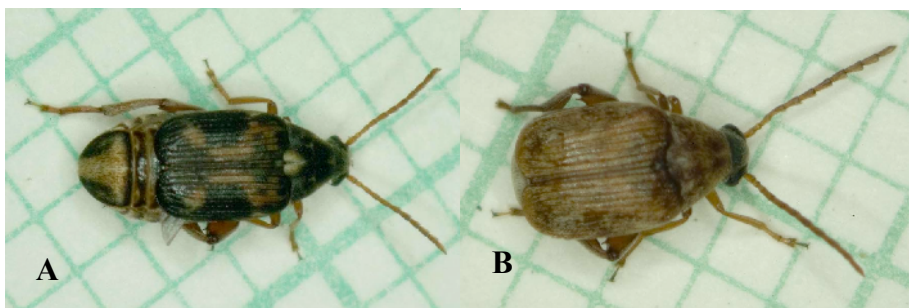
La distinction entre les deux sexes se fait par l'observation de l'aspect général, le plus caractéristique est la coloration du pygidium, ce dernier est élargi et de couleur sombre sur les deux faces pour les femelles (Fig. 2), petit et manque de rayures chez les mâles.

Les femelles sont de taille plus grande et de couleur plus foncée, contrairement aux mâles qui sont de couleur brun clair (BECK *et al.*, 2007).

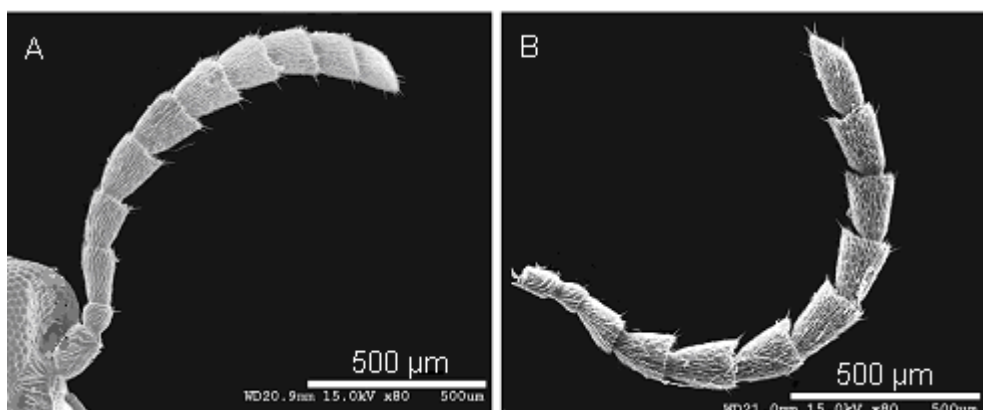
Les antennes sont noires avec les 4 premiers articles roux. Chez les mâles, elles sont plus élargies à partir du 7<sup>e</sup> article (fig. 3), mais certaines femelles ont les antennes entièrement rouges. L'espèce est ailée, bien qu'il existe des formes brachyptères ou aptères (MALLAMAIRE, 1962).



**Figure 1 :** Adulte de la bruche du niébé, *C. maculatus* (F) (LEPESME 1944).



**Figure 2 :** Adulte de *C. maculatus*. (A) : Vue dorsale d'une femelle; (B): vue dorsale d'un mâle (BROWN et DOWNHOWER, 1988).



**Figure 3** : Morphologie des antennes de *C. maculatus*. (A) antenne d'une femelle ; (B) antenne d'un mâle (observation au microscope électronique à balayage. Agrandissement  $\times 80$ ) (FEI et al., 2009).

#### 1.4- Cycle biologique

*C. maculatus* F. accomplit son cycle biologique, de l'œufs au stade adulte, en 28 jours en conditions de laboratoire, à 27 °C et 70 % d'humidité relative (HOFFMANN, 1945). Selon KELLOUCHE (2005), la durée du cycle du développement (de l'œuf à l'adulte) est en moyenne de  $28 \pm 3$  jours dans les graines de pois-chiche. L'incubation des œufs dure environ 1 semaine, le développement larvaire 15 jours et la nymphose 6 jours (Tab. 3).

Tableau 3 : Durée (en jours) des différents états et stades larvaires (KELLOUCHE, 2005).

Etats et stades larvaires	Durée (jours)
Embryogenèse	$7 \pm 1$
Larve du 1 <sup>er</sup> stade	$2 \pm 1$
Larve du 2 <sup>ème</sup> stade	$2 \pm 1$
Larve du 3 <sup>ème</sup> stade	$6 \pm 1$
Larve du 4 <sup>ème</sup> stade	$5 \pm 1$
Nymphose	$6 \pm 1$
Durée totale (jours)	$28 \pm 3$

*C. maculatus* contamine généralement les graines dans les cultures et une fois introduite dans les entrepôts, elle peut continuer à se multiplier indéfiniment, sans retour à la nature, si les conditions sont favorables. UTIDA (1954) considère que sa grande polyphagie et sa faculté d'adaptation à des régions climatiques variées en font une menace permanente pour les cultures de légumineuses dans de nombreux pays.

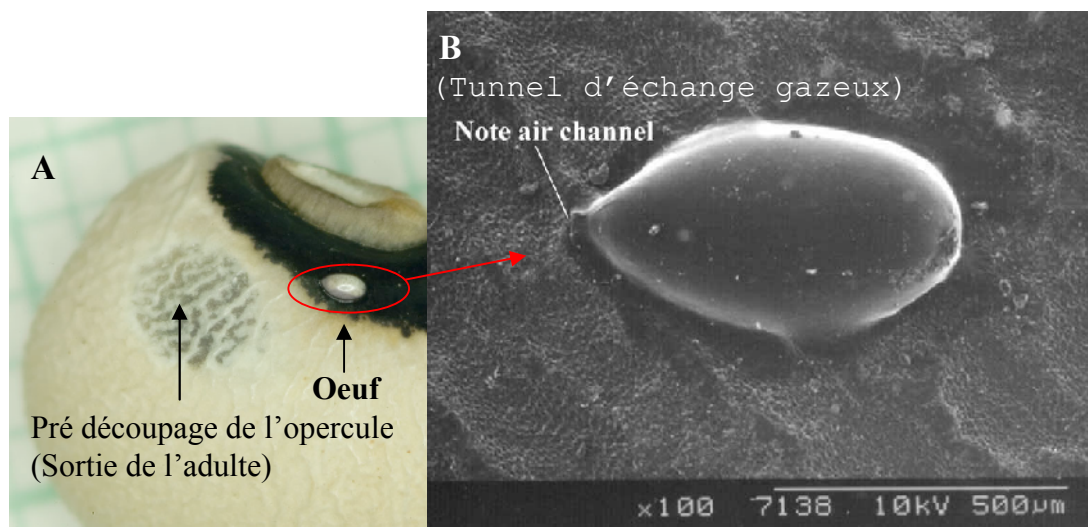
La ponte suit très rapidement la copulation, elle est activée par la présence de certaines légumineuses notamment de *Vigna catjang* et certaines *Phaseolus*. L'œuf est asymétrique, arrondi à la base, subconique à l'extrémité (fig. 4) et adhère au substratum par un liquide adhésif se solidifiant à l'air après la ponte. On compte 75 à 100 œufs par ponte, cette dernière se

prolonge de 15 jours à 01 mois. L'éclosion se manifeste de 3 à 4 jours après la ponte dans les conditions les plus favorables, mais à basses températures, l'incubation peut se prolonger pendant plusieurs semaines (BALACHOWSKY, 1962).

KAWECHI (1995) affirme que les femelles de *C. maculatus* peuvent anticiper la compétition larvaire future, due aux conditions de croissance, en produisant de gros œufs pour améliorer les chances de survie de sa descendance. Lors de la ponte, une phéromone de marquage est déposée en même temps que l'œuf (DELOBEL et TRAN, 1993) ; elle permet à la femelle d'éviter les graines fortement infestées et de réduire ainsi la compétition inter-larvaire.

La pénétration de la larve néonée du type chrysomélien s'effectue d'une manière très particulière, elle a lieu invariablement à l'endroit même de la fixation de l'œuf et sous la coque ovulaire, dans sa partie adhérente à la graine, ainsi la larve passe au 2<sup>ème</sup> stade apode ; le développement larvaire est fonction de la température ambiante, il peut être très rapide autour de son optimum (15 à 20 jours). Le nombre de mues paraît variable, il serait de 2 à 4 suivant les auteurs. La nymphose a lieu soit dans la graine même, soit à proximité immédiate. Il résulte de ces considérations que la durée du cycle peut varier dans de très grandes limites et cet insecte peut avoir suivant les cas de une à six générations par an (polyvoltine) (BALACHOWSKY, 1962).

Deux types d'adultes sont observés chez *C. maculatus*: des adultes de la forme non voilière, incapables de voler et sexuellement actifs dès leur émergence des graines et des adultes de la forme voilière, capables de voler et qui présentent au début de la vie imaginale une quiescence reproductrice. Ces deux formes diffèrent aussi bien par des caractéristiques morphologiques que physiologiques et comportementales. Ce polymorphisme imaginal est induit pendant le développement larvaire par l'action combinée de deux facteurs, la teneur en eau des graines et la température. Lorsque le développement larvaire a lieu dans des graines à teneur en eau élevée, en présence de conditions chaudes, il y a émergence d'un fort taux d'adultes de forme voilière. Lorsque celui-ci a lieu dans des graines à teneur en eau faible, quelle que soit la température, seuls les adultes de forme non voilière émergent. En condition de températures basses, quelle que soit la teneur en eau des graines, il n'y a que des adultes de forme non voilière qui émergent. Ces facteurs environnementaux jouent un rôle certain dans la régulation du cycle biologique de ravageur (OUEDRAOGO, 1991).



**Figure 4:** Œuf de *C. maculatus*. (A) Œuf de pondu sur une graine de *V. unguiculata* (BLUMER et BECK, 2007). (B) Œuf de *C. maculatus*. Observé au microscope électronique à balayage (Agrandissement  $\times 100$ ).

## 2- Etude de la plante hôte

Le niébé, *V. unguiculata*, est la principale légumineuse alimentaire cultivée dans les zones de basse altitude d'Afrique. Les formes sauvages sont largement répandues en Afrique, des régions subdésertiques aux forêts de montagne. Cette diversité des milieux se traduit par une importante diversité tant moléculaire que morphologique qui permet d'identifier une douzaine de taxons infra spécifiques, dont certains pourraient être élevés au rang d'espèce sur la base des distances génétiques observées (PASQUET, 1999).

Néanmoins, *V. unguiculata* est très bien caractérisée morphologiquement, l'espèce est bien séparée de ses voisines, *Vigna schlechteri* Harms et *Vigna vexillata* (L.) A. Rich., et l'unité de *V. unguiculata* mise en place par Maréchal *et al.* (1978) n'a jamais été remise en question.

A l'intérieur de *V. unguiculata*, on distingue douze taxons séparés au niveau subsppécifique. Ces douze sous espèces peuvent être classées en trois groupes sur la base de leur écologie (forêts ou savanes) et de leur mode de reproduction (morphologie florale favorisant l'allogamie ou l'autogamie) (KOUADIO *et al.*, 2006).

### 2.1- Position systématique (PROST, 1996)

Règne:	Végétale
Sous règne :	Phanérogames.
Embranchement :	Angiospermes.
Classe :	Dicotylédones.
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabacées
Sous famille :	Papilionacées
Tribu :	Phasage
Genre :	<i>Vigna</i>
Espèce :	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp

## **Noms vernaculaires**

Niébé, haricot à l'œil noir, pois yeux noirs, cornille, voème, haricot dolique, dolique mongette (Français).

Cowpea, black-eye bean, black-eye pea, China pea, marble pea (anglais).

### **2.2- Description de *V. unguiculata***

C'est une plante herbacée annuelle ou vivace, grimpante, rampante ou plus ou moins érigée et cultivée comme annuelle ; la racine est pivotante bien développée, et les racines latérales et adventives sont nombreuses ; la tige atteignant 4 m de long, est anguleuse ou presque cylindrique. Les feuilles sont alternes, et 3-foliolées.

**Inflorescence :** c'est une fausse grappe axillaire ou terminale atteignant 35 cm de long, à fleurs groupées près du sommet ; le rachis tuberculé. Et les fleurs sont bisexuées.

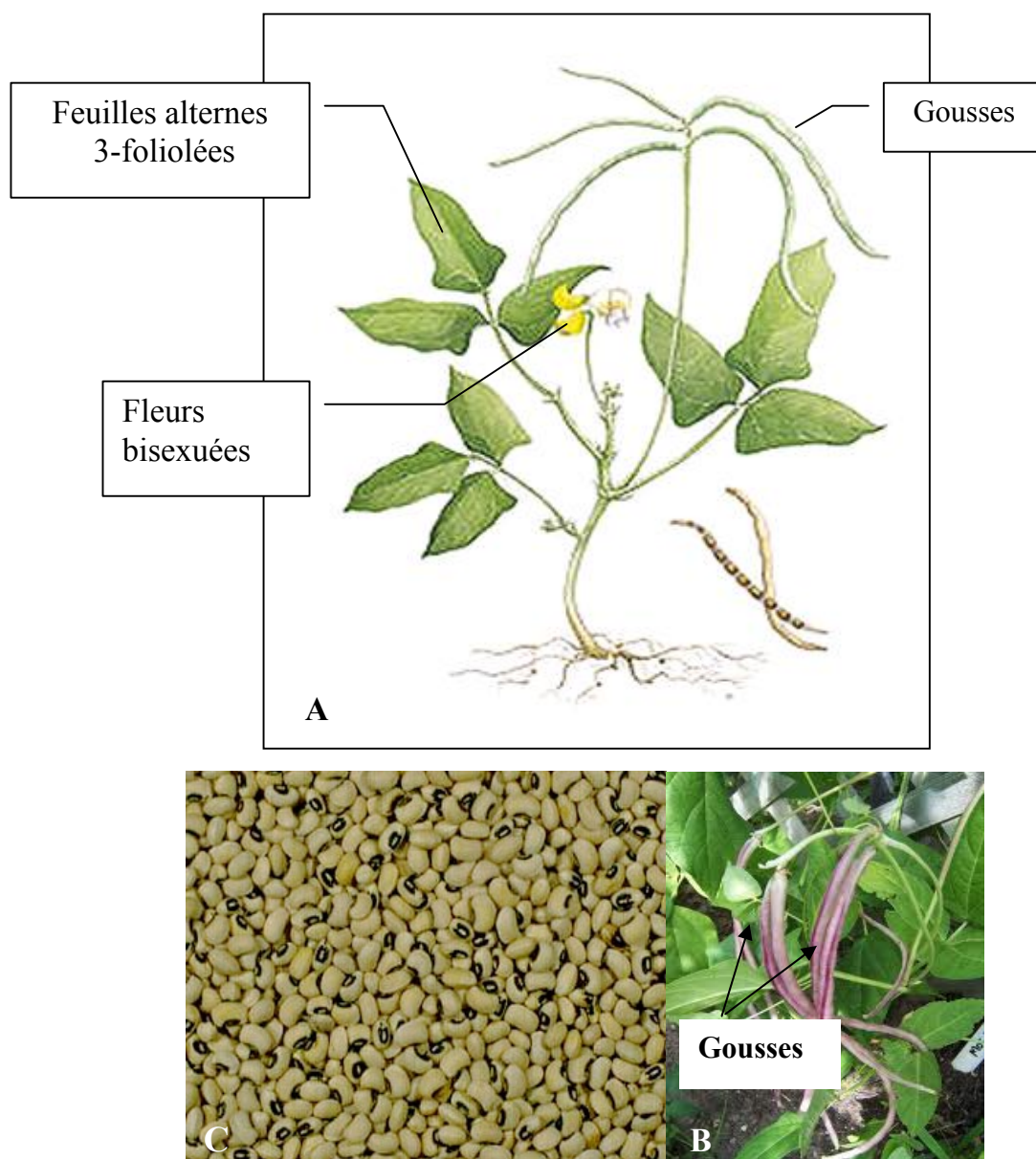
**Fruit :** la gousse est linéaire-cylindrique de 8–30 cm de long, rectiligne ou légèrement courbé, pourvue d'un bec court, glabre ou légèrement pubescente, brun pâle à maturité et contenant 8–30 graines. Les graines oblongues à presque globuleuses, sont souvent comprimées latéralement, de 0,5–1 cm de long, elles sont noires, brunes, roses ou blanches ; le hile oblong et couvert d'un tissu blanc, à arille noirâtre en bourrelet. La plantule à germination épigée a des cotylédons oblongs ou en faucille épais (MADAMBA, 2006) (Fig. 5).

### **2.3-Propriétés**

Par leur teneur élevée en protéines (20 à 30 %), les légumineuses rééquilibrent l'alimentation céréalière, surtout en acides aminés essentiels et en sels minéraux ; leur teneur en thiamine est légèrement supérieure à celle des céréales (0,4 à 0,5 mg/100 g). Les graines des légumineuses sont plus riches en calcium que celles de la plupart des céréales et sont une bonne source en fer ; leur composition en phosphore et potassium est très élevée (Tab. 4) (APPERT, 1992).

**Les jeunes gousses** de niébé, avec leurs graines, contiennent par 100 g de partie comestible : eau 86,0 g, énergie 184 kJ (44 kcal), protéines 3,3 g, lipides 0,3 g, glucides 9,5 g, Ca 65 mg, Mg 58 mg, P 65 mg, Fe 1,0 mg, Zn 0,3 mg, vitamine A 1600 UI, thiamine 0,15 mg, riboflavine 0,15 mg, niacine 1,2 mg, folates 53 µg (vitamine B), acide ascorbique 33 mg

Les grains mûrs contiennent par 100 g de partie comestible : eau 12,0 g, énergie 1407 kJ (336 kcal), protéines 23,5 g, lipides 1,3 g, glucides 60,0 g, fibres 10,6 g, Ca 110 mg, Mg 184 mg, P 424 mg, Fe 8,3 mg, Zn 3,4 mg, vitamine A 50 UI, thiamine 0,85 mg, riboflavine 0,23 mg, niacine 2,1 mg, vitamine B<sub>6</sub> 0,36 mg, folates 633 µg, acide ascorbique 1,5 mg (USDA, 2004).



**Figure 5 :** morphologie de *V. unguiculata*, (A) plante entière, (B) Gousses, (C) graines (ANNONYME 1, 2008).

Tableau 4 : Composition minérale (mg/100 g de matière sèche) des graines de *V. unguiculata* (SINHA et SINHA, 1980).

Eléments minéraux	Composition (mg/ 100 g)
Calcium	37
Fer	4,7
Zinc	4
Phosphore	430
Sodium	14
Potassium	125

La composition en acides aminés essentiels, par 100 g de graines mûres crues, est : tryptophane 290 mg, lysine 1591 mg, méthionine 335 mg, phénylalanine 1373 mg, thréonine 895 mg, valine 1121 mg, leucine 1802 mg et isoleucine 956 mg. Les principaux acides gras, par 100 g de partie comestible, sont : acide linoléique 343 mg, acide palmitique 254 mg, acide linoléique 199 mg et acide oléique 88 mg. Les protéines de niébé sont relativement riches en lysine, mais pauvres en acides aminés soufrés.

La composition approximative en acides gras des lipides des grains de niébé est de : acides gras saturés 25%, acides gras mono-insaturés 8%, acides gras poly-insaturés 42%. Les grains de niébé ont une proportion de composés antinutritionnels, comme les lectines et les inhibiteurs de trypsine (Anonyme, 2004).

# **II- Matériels et Méthodes**

## **1- Matériels du laboratoire**

Pour les différentes expériences, nous avons utilisé du matériel de nature variée (fig. 6).

- Une étuve réfrigérée a été réglée à une température  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  et une humidité relative de  $70 \pm 5\%$ , qui correspondent aux conditions optimales de développement de la bruche du niébé, *C. maculatus* (F).
- Des boîtes de Petri en verre de 10 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur, pour les tests de contact et de répulsivité.
- Des boîtes de Pétri de 20 cm de diamètre et de 5 cm de hauteur, pour les élevages de masse de *C. maculatus* (F).
- Des bocaux en verre de 1 litre de volume pour les tests par inhalation.
- Une micropipette (5-50 $\mu\text{l}$ ) pour un pipettage de précision des huiles essentielles.
- Une loupe binoculaire pour les différentes observations.
- Une balance à affichage électronique pour les pesées des graines, d'une précision de 0.01 g.
- Du papier filtre pour les tests de répulsivité.
- De l'acétone pour la dilution des huiles (tests par inhalation) et le nettoyage des pipettes et des embouts.
- Du coton pour les tests d'inhalation ainsi que pour les tests de germination des graines.
- Autres accessoires : pinceaux, entonnoirs, ciseaux, rouleau adhésif.

## **2- Matériels biologiques**

### **2.1- Les bruches**

Les individus utilisés dans l'élevage de masse de *C. maculatus* sont d'un âge inconnu, ils doivent être issus lots non traités ; cet élevage est entretenu au fur et à mesure de façon régulière pour l'approvisionnement des tests.

L'élevage en masse est réalisé dans des boîtes de Petri en verre de 5 cm de hauteur et de 15 cm de diamètre) (Fig. 7).

Ces boîtes contiennent environ 250 g de graines de niébé (*V. unguiculata*) saines, auxquelles est ajoutée une vingtaine d'individus (mâles et femelles).

Une fois étiquetés, les boîtes sont maintenues à l'obscurité dans une étuve Memmert, réglée à une température de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  et une humidité relative de  $70 \pm 5\%$ .

Pour l'obtention des premiers individus, le temps moyen de latence est de 26 jours, ce qui correspond à :

- une embryogenèse de 5 à 7 jours.
- un développement larvaire de 15 à 20 jours.
- un stade nymphal d'environ 6 jours.

Les adultes ainsi récupérés sont utilisés au cours de nos expériences.

La souche d'origine des bruches provient du laboratoire d'entomologie II de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.



**Figure 6 :** Matériels de laboratoire : (A) une balance (précision 0,01 g), (B) Loupe binoculaire ( $G \times 40$ ), (C) Micropipette (5-50  $\mu$ l). (D) Etuve réfrigérée (Mettler).



**Figure 7 :** Elevage de masse (Boite de Pétri, 15 cm de Ø).

## **2.2- Le haricot dolique**

Les graines de niébé utilisées, dans les différents tests proviennent du marché local, elles sont conditionnées dans des sachets en plastique, mais le tri de ces graines s'avère parfois nécessaire pour éviter l'utilisation des graines infestées.

## **2.3- Les huiles essentielles**

Sept huiles essentielles ont été testées durant notre étude, elles sont issues de plantes qui appartiennent à deux familles botaniques : les Lamiacées (le thym, l'origan et le basilic) et les Myrtacées (myrte, giroflier, eucalyptus, bois d'inde).

Les huiles essentielles ont été extraites dans le laboratoire Hyteck, LEXAVA Analytique : Laboratoire d'analyses des extraits végétaux et des arômes (France).

### **2.3.1- Le thym (*Thymus vulgaris*)**

#### **2.3.1.1- Description**

Le thym appartient à la famille des Lamiacées. Originaire du bassin méditerranéen, cet arbrisseau aux nombreux rameaux serrés, est une espèce végétale vivace rustique. Il existe plus de 100 espèces du genre *Thymus*. Quelque soit les espèces, les fleurs vont d'un rose pâle au mauve et les feuilles très petites sont généralement vertes et très pointues (fig. 8) (LUCCHESI, 2005).



**Figure 8 : Plante du Thym (*T. vulgaris*)**

#### **2.3.1.2- Caractéristique du l'huile essentielle de Thym à thymol biologique**

Procédé d'obtention : Distillation par entraînement à la vapeur d'eau.

Organe distillé : Sommités fleuries

Nom botanique : *T. vulgaris*

Pays d'origine : France, Drôme provençale.

Culture : biologique certifiée par Ecocert

Qualité : 100% pure et naturelle

Propriétés Organoleptiques :

- Aspect : liquide limpide, mobile
- Couleur: jaune clair
- Odeur: puissante, typique de l'herbe aromatique

**2.3.1.3-Principaux constituants biochimiques de thym**

L'analyse chromatographique par GC/FID révèle la présence de divers composés (Tab. 5).

Tableau 5 : Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de thym.

Composés	Famille	%	Composés	famille	%
Thymol	Phénols	<b>51.69</b>	Para-cymène	Monoterpènes	<b>19.09</b>
Carvacrol		3.68	Gamma-terpinène		7.00
Linalol	Monoterpénols	3.87	Myrcène		1.64
Bornéol		1.10	Alpha-thujène		1.09
Terpinèn-4-ol		1.05	Alpha-terpinène		1.31
Eucalyptol (1,8-cinéole)	monoterpène	0.20	Béta-caryophyllène	Sesquiterpènes	2.33

**2.3.2- L'origan (*Origanum vulgare*)**

**2.3.2.1- Description**

L'origan, quelquefois confondu avec la marjolaine, est une plante herbacée vivace de la famille des Lamiacées. *Origanum* sert à désigner en latin et en grec, des plantes de la famille des lamiacées. La racine grec signifierait «parure des montagnes». Les autres noms communs : marjolaine bâtarde, marjolaine vivace, thym des bergers, thé sauvage.

Les plants atteignent le plus souvent une taille variant entre 30 et 60 cm. Les tiges sont velues et pourvues de feuilles arrondies, vertes et un peu dentées (fig. 9).

Les fleurs sont roses ou pourpres et sont regroupées en de petits épis. La récolte se fait en juillet à leur apparition. Issu d'Europe, l'origan s'est particulièrement bien exporté au Moyen-Orient. Connu et reconnu par les peuples de l'Antiquité pour son goût prononcé et ses vertus médicinales (CARLIER, 2006).



**Figure 9** : Plante de l'origan *O. vulgare*

### 2.3.2.2- Caractéristique de l'huile essentielle de l'Origan

Procédé d'obtention : Distillation complète par entraînement à la vapeur d'eau

Organe distillé : parties aériennes

Nom botanique : *O. vulgaris*

Pays d'origine : Hongrie

Culture : écologique

Qualité : 100 % pure et naturelle

Propriétés Organoleptiques :

- Aspect : liquide mobile limpide
- Couleur : jaunâtre à brun foncé
- Odeur : herbacée.

### 2.3.2.3- Principaux constituants biochimiques de l'origan

Les différents composés de l'huile essentielle de l'origan sont représenté dan le tableau 6.

Tableau 6 : Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de l'origan.

Composés	Famille	%	Composés	Famille	%
Alpha-thujène	Monoterpènes	0.42	Linalol	Monoterpénols	2.71
Alpha-pinène		1.34	Terpinèn-4-ol	Alcools terpéniques	0.29
Camphène		0.49	Thymol méthyl-éther		0.13
Béta-pinène		0.42	Thymol	Phénols	4.09
Myrcène		1.30	Carvacrol	Phénols	<b>66.25</b>
Alpha-terpinène	Monoterpènes	1.26	Béta-caryophyllène	Sesquiterpènes	1.93
Para-cymène	Monoterpènes	<b>10.71</b>	Oxyde de caryophyllène		0.13
Eucalyptol (1,8-cinéole)	monoterpènes	0.15	Total		99.87
Gamma-terpinène	Monoterpènes	8.25			

### 2.3.3- Le basilic (*Ocimum basilicum* L)

#### 2.3.3.1- Description

Le basilic appartient au genre *Ocimum* de la famille des Lamiacées. Cette famille, dénommée aussi Labiacées provient de l'ordre des Tubiflorale ou labiales, classe d'angiospermes, dicotylédones, gamopétales. Cette herbacée annuelle sous des climats tempérés, mais vivace en climat tropical est originaire d'Asie et d'Inde.

Les feuilles ovales, vertes avec de petites fleurs sont rassemblées en grappes de couleur blanche à rose pâle (fig. 10).

Le genre *Ocimum* est composé de plusieurs espèces parmi lesquelles le basilic citron (*Ocimum canum* L.) ou le basilic sacré (*Ocimum sanctum* L.). Le basilic étudié est commun, il porte le nom latin d'*O. basilicum* L. (LUCCHESI, 2005).



Figure 10 : Plante d'origan (*O. basilicum* L).

#### 2.3.3.2- Caractéristiques de l'huile essentielle de Basilic

Procédé d'obtention : Distillation par entraînement à la vapeur d'eau

Organe distillé : parties aériennes

Nom botanique : *O. basilicum* var. *basilicum*

Pays d'origine : Népal (lot JE221) ou Vietnam (lot KE174)

Culture : biologique certifiée par Ecocert

Qualité : 100% pure et naturelle

Propriétés Organoleptiques :

Aspect : liquide huileux limpide

Couleur : jaune clair

Odeur : fraîche et herbacée.

#### 2.3.3.3-Principaux constituants biochimiques du basilic

Les différents composés de l'huile essentielle de l'origan sont représentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle du basilic.

Composés	Famille	%	Composés	Famille	%
Alpha-pinène		0.22	Fenchol exo		0.17
Sabinène		0.18	Terpinèn-4-ol	Alcools terpéniques	0.33
Béta-pinène		0.35	Estragol		<b>86.49</b>
Myrcène		0.29	Béta-élémente		0.20
Limonène		0.25	Methyl -eugénol		0.50
Eucalyptol (1,8-cinéole)	monoterpènes	<b>3.15</b>	Béta-caryophyllène		0.18
(Z)-béta-ocimène		0.10	Alpha-trans-bergamotène		2.68
(E)-béta-ocimène		1.33	Gamma-cadinène		0.50
Linalol	Monoterpénols	0.96	Cadinol-épi-alpha		0.69
Camphre		0.46	total		99.03

### 2.3.4- Le myrte (*Myrtus communis*)

#### 2.3.4.1- Description

Arbrisseau de 1 à 3 mètres, inerme, aromatique et toujours vert ; feuilles opposées, très rapprochées, subsessiles, ovales-lancéolées aiguës, entières, coriaces, persistantes, glabres et luisantes, sans stipules ; fleurs blanches, axillaires, solitaires, longuement pédonculées, odorantes; calice à tube soudé à l'ovaire, à 5 lobes étalés ; 5 pétales ; étamines nombreuses ; 1 style à stigmate simple ; ovaire infère ; baie à peine charnue, ovoïde, d'un noir bleuâtre, couronnée par le calice, à graines peu nombreuses ( fig. 11) ( BOCK, 2009).

Noms communs

Français : Herbe du lagui, Myrte commun.

Anglais: Common Myrtle, Myrtle, Sweet Myrtle.



**Figure 11:** Le myrte (*M. communis*) (Oxford Botanic Garden 2003 Robert Haines' Plant Pictures).

#### 2.3.4.2- Caractéristiques de l'huile essentielle du Myrte

Procédé d'obtention : Distillation complète par entraînement à la vapeur d'eau

Organe distillé : rameaux feuillés

Nom botanique : *M. communis* L. *cineoliferum*

Pays d'origine : Tunisie

Culture : sauvage

Qualité : 100% pure et naturelle

Propriétés Organoleptiques :

- Aspect : liquide mobile limpide
- Couleur : jaune orangé
- Odeur : caractéristique, mentholée et camphrée

### 2.3.4.3-Principaux constituants biochimiques du Myrte

Les différents composés de l'huile essentielle du myrte sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de myrte

Composés	Familles	%	Composés	%
Alpha-thujène		0.42	Alpha-terpèneol	2.37
Alpha-pinène	Monoterpènes	<b>49.17</b>	Acétate de linalyle	1.06
Béta-pinène		0.46	Acétate d'alpha- terpényle	0.61
Delta-3-carène		0.54	Acétate de géranyle	2.52
Para-cymène		1.77	Methyl –Eugénol	0.58
Limonène	Monoterpènes	<b>8.33</b>	Béta-caryophyllène	0.69
Eucalyptol (1,8-cinéole)	Monoterpènes	<b>24.28</b>	Alpha-humulène	0.26
Linalol	Monoterpénols	3.37	Total	97.56
Trans Pinocarveol		0.28		
Terpinèn-4-ol	Alcools terpéniques	0.35		

### 2.3.5- Le giroflier (Clous de girofle) (*Syzygium aromaticum*)

#### 2.3.5.1- Description

Le giroflier est un arbre pouvant atteindre 15 m de haut. Le clou de girofle tel qu'il est consommé en cuisine est en fait un bouton floral qui est récolté, puis séché avant son éclosion. Le clou peut être distillé à la vapeur pour obtenir une essence correspondante (AUZIAS, 2007).

Les fleurs hermaphrodites apparaissent à l'extrémité des rameaux plusieurs mois avant leur épanouissement. Elles sont petites et groupées en petites cymes dont la longueur totale n'excède pas 4 à 5 cm (fig. 12).

Le giroflier semble originaire de plusieurs petites îles des Moluques. Les deux pays gros producteurs sont Zanzibar et Madagascar (PESSON et LOUVEAUX, 1984).



**Figure 12** : Bourgeons floraux du giroflier *S. aromaticum* L. (Myrtacées) qui, séchés, donnent les clous de girofle.

### 2.3.5.2- Caractéristiques de l'huile essentielle des Clous de girofle

Procédé d'obtention : Distillation par entraînement à la vapeur d'eau

Organe distillé : les clous

Nom botanique : *S. aromaticum* (Synonyme : *Eugenia caryophyllus* Sprengel)

Pays d'origine : Madagascar

Culture : sauvage

Qualité : 100% pure et naturelle

Propriétés Organoleptiques :

- Aspect : liquide mobile
- Couleur : jaune à jaune pâle
- Odeur : aromatique, épicée, puissante, avec une odeur aldéhydée montante de tête

### 2.3.5.3- Principaux constituants biochimiques des clous de girofle

Les différents composés de l'huile essentielle du giroflier sont représentés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle du giroflier

Composés	Famille	%
Eugénol	phénols	<b>82.27</b>
Béta-caryophyllène		3.99
Alpha-humulène		0.48
Acétate d'eugényle	Phénols	<b>12.07</b>
Oxyde de caryophyllène		0.33
Total		99.14

### 2.3.6- L'eucalyptus (*Eucalyptus smithii*)

#### 2.3.6.1- Description

C'est un grand arbre, pouvant atteindre parfois une hauteur de 150 pieds, et d'un diamètre de 2 à 5 pieds. L'écorce des jeunes arbres a une forte ressemblance avec celle de *E. radiata*. Les feuilles sessiles, ressemblant à celles de *E. Amtraliana*, *E. phellandra* ou *E. radiata*, lancéolées-cordées, 5 à 6 pouces de long, pas glauques. Les feuilles étroites lancéolées, acuminées, d'une couleur identique des deux côtés, les nervations sont distinctes, les feuilles à Pédoncules axillaires sont aplaties, presque aussi longues que le pétiole, avec de nombreuses fleurs, de trois à quinze ans (Fig.13).



**Figure 13** : Arbre d'eucalyptus, 40 m de hauteur, Park National Deua, Equateur. (ANONYME 2007).

**2.3.6.2- Caractéristiques de l'huile essentielle d'*E. smithii***

Procédé d'obtention : distillation par entraînement à la vapeur d'eau

Organe distillé : feuilles

Nom botanique : *E. smithii*

Pays d'origine : Afrique du Sud

Culture : biologique certifiée par Ecocert

Qualité : 100% pure et naturelle

Propriétés Organoleptiques :

- Aspect : liquide limpide, mobile
- Couleur: jaune clair
- Odeur: assez douce, typique de l'eucalyptus

**2.3.6.3- Principaux constituants biochimiques d'*E. Smithii***

Les différents composés de l'huile essentielle d'eucalyptus sont représentés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle de L'eucalyptus

Composés	Famille	%
Alpha-pinène	Monoterpènes	7.06
Béta-pinène		0.38
Myrcène		0.29
Para-cymène	Monoterpènes	2.19
Limonène	Monoterpènes	6.20
Eucalyptol	Oxyde terpéniques	<b>77.56</b>
Gamma-terpinène		0.65
Trans sabinol		0.45
Terpinène-4-ol		0.42
Alpha-terpinéol	Monoterpénols	2.66
Alpha-eudesmol		1.75

### 2.3.7- Bois d'inde (*Pimenta racemosa* M)

#### 2.3.7.1- Description

C'est un arbre pouvant atteindre 15 m de hauteur, il est très aromatique. Feuilles elliptiques oblongues, de 4 à 15 cm, arrondies ou obtuses, aiguës à l'apex et coriaces. Panicules à fleurs nombreuses, pouvant atteindre 8 cm, glanduleuses ; lobes du calice de 1 mm, triangulaire ; pétales blancs ou roses, de 3 à 4 mm. Baies ovoïdes à subglobuleuses, de 8 à 10 mm, noires (fig. 14).

Originaire du bassin des caraïbes, cette plante est cultivée sous les tropiques.

Toxicité : L'extrait aqueux des feuilles ne montre pas d'effet mutagénique, *in vitro*.

Le contact avec la plante peut provoquer une dermatite, et cet effet est probablement dû à l'eugénol (GERMOSEN-ROBINEAU, 1999).



**Figure 14 :** Bois d'inde (*P. racemosa* M)  
(ANONYME 3, 2007)

#### 2.3.7.2- Description de l'huile essentielle de Bois d'inde

Procédé d'obtention : distillation complète par entraînement à la vapeur d'eau

Organe distillé : rameaux feuillés

Nom botanique : *P. racemosa* M.

Pays d'origine : Jamaïque et Dominique

Culture : sauvage

Qualité : 100 % pure et naturelle

Propriétés Organoleptiques :

- Aspect : liquide mobile limpide
- Couleur: jaune clair.
- Odeur: suave, épicée.

#### 2.3.7.3- Principaux constituants biochimiques de bois d'inde

Les différents composés de l'huile essentielle du Bois d'inde sont représentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle du Bois d'inde

Composés	Famille	%	Composés	Famille	%
Alpha-pinène		0.19	Terpinène-4-ol		0.50
Octen-3-ol		0.80	Alpha-terpinéol		0.20
Myrcène	Monoterpènes	<b>19.27</b>	Chavicol	Phénols	<b>10.76</b>
3-Octanol		0.36	Eugénol	Phénols	<b>55.90</b>
Alpha Phellandrène		0.24	Dihydro eugénol		0.24
Alpha-terpinène		0.11	Méthyl Eugénol		0.80
Para-cymène		0.45	Béta-caryophyllène		1.42
Limonène		2.19	Alpha-humulène		0.32
Eucalyptol		0.32	Gamma-murolène		0.16
E-Béta-Ocimène		0.52	Gamma-cadinène		0.11
Terpinolène		0.15	Delta-cadinène		0.57
Linalol		2.11			

### 3- Tests biologiques

#### 3.1-Traitements par contact

##### 3.1.1-Dispositif expérimental

- ◆ Nous introduisons dans des boîtes de Pétri, de 10 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur, 50 g de graines saines de niébé (fig.15).
- ◆ Les graines sont ensuite traitées avec l'une des sept huiles essentielles (Thym, Origan, Basilic, Myrte, Eucalyptus, clou de Girofle et Bois d'Inde), à différentes doses (5, 10, 15, et 20 µl).
- ◆ Après avoir bien mélangé l'huile essentielle avec les graines, 10 couples de *C. maculatus* âgés de 0 à 24 heures sont introduits dans les boîtes de Pétri. Ces dernières sont mises ensuite dans une étuve contrôlée ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$  et  $70 \pm 5\%$  d'humidité relative).
- ◆ Cinq répétitions ont été réalisées pour chaque huile essentielle, et pour chaque dose, ainsi que pour les lots témoins (graines non traitées).

##### 3.1.2- paramètres biologiques étudiés

###### 3.1.2.1- la longévité des bruches

Les individus morts sont dénombrés dans chaque boîte d'une façon régulière du début des essais jusqu'à la mort de la totalité des adultes.

###### 3.1.2.2- la fécondité des femelles

Après 15 jours, le comptage des œufs pondus (éclos et non éclos) sur les graines est effectué sous une loupe binoculaire au grossissement 40.

### 3.1.2.3- l'éclosion des œufs

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

Taux d'éclosion des œufs (%) = nombre d'œufs éclos / nombre d'œufs pondus) ×100.

### 3.1.2.4- émergence des adultes

A partir de 21<sup>ème</sup> jour jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour, les individus adultes sont retirés des boîtes et dénombrés au fur et à mesure qu'ils émergent.

Le taux de viabilité est calculé par la formule suivante :

Taux de viabilité des larves (%) = (nombre d'adultes émergés / nombre d'œufs éclos) ×100.



**Figure 15 :** Dispositif expérimental des tests par contact.

### 3.1.3- paramètres agronomiques

#### 3.1.3.1- Perte en poids des graines

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

#### 3.1.3.2- faculté germinative des graines

Pour évaluer l'effet des sept huiles essentielles sur la germination des graines de niébé, un test de germination a été réalisé comme suit :

- ◆ Nous prélevons 50 graines de chaque lot utilisé dans les différents tests, elles sont ensuite mises à germiner.
- ◆ Les graines sont couvertes avec du coton imbibé d'eau dans des boîtes de Pétri (Fig. 16).

◆ Après 5 jours, les graines ayant germé dans les lots témoins et les lots testés sont dénombrés.

Le taux de germination est calculé comme suit :

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

### **3.2- Test d'inhalation**

#### **3.2.1- Test d'inhalation sur la longévité des adultes**

Ce test consiste à étudier l'effet des sept huiles essentielles sur le taux de mortalité des adultes de *C. maculatus* par inhalation.

◆ dans des bocaux en verre d'un litre de volume, une dose d'huile est déposée sur du coton suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle (Fig. 17).

◆ dix couples de *C. maculatus* âgés de 0 à 24 h sont introduits dans chaque bocal qui est fermé d'une façon hermétique.

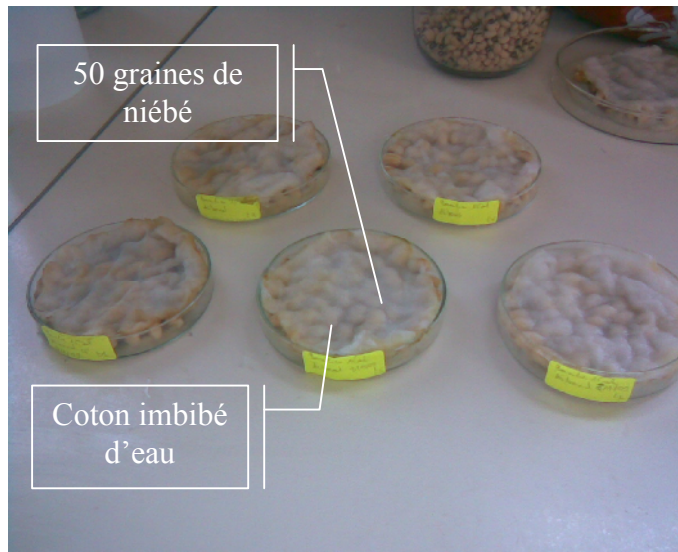
◆ pour l'ensemble des essais, cinq répétitions ont été réalisées pour chaque dose (5, 10, 15, et 20 µl), et chaque temps d'exposition (24, 48, 72 et 96 heures), parallèlement un témoin a été réalisé (coton sans huile essentielle).

◆ les individus morts sont retirés des bocaux et mis dans des boîtes de Pétri pendant 24 heures. Nous procédons ensuite à une observation sous une loupe binoculaire au grossissement 40 pour le dénombrement des bruches mortes.

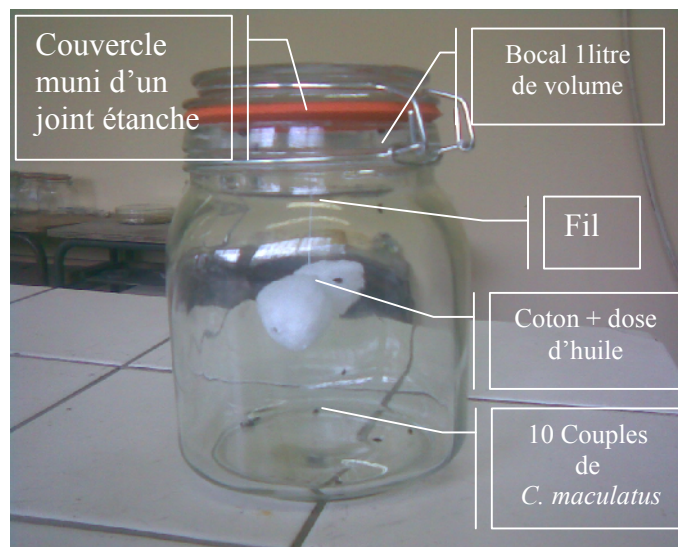
#### **3.2.2- Test d'inhalation sur l'éclosion des œufs**

Ce test consiste à étudier l'effet par inhalation des sept huiles essentielles sur le taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus*.

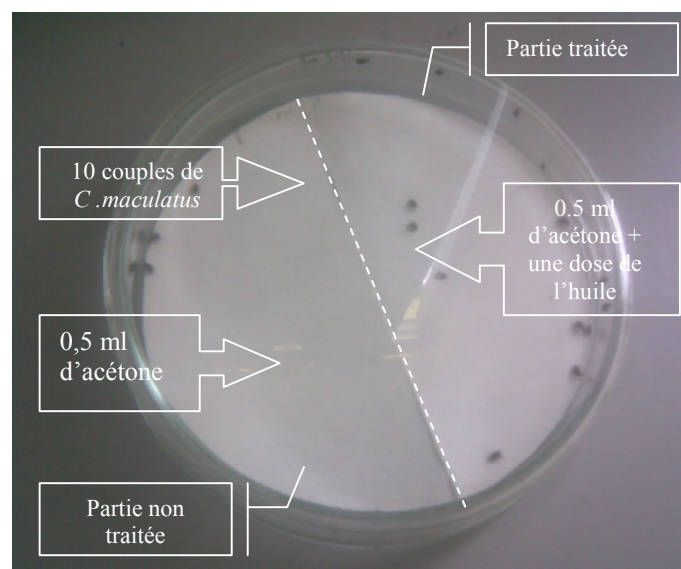
- dans des bocaux en verre d'un litre de volume, une dose d'huile est déposée sur du coton suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle.
- Des graines de niébé contenant 50 œufs de *C. maculatus* âgés de 0 à 24 h sont introduits dans chaque bocal.
- Après chaque temps d'exposition (24, 48, 72 et 96h), les graines sont retirées des bocaux et mises dans des boîtes de Pétri, le comptage des œufs éclos s'effectue après la fin de l'embryogenèse sous une loupe binoculaire au grossissement 40.
- cinq répétitions ont été réalisées pour chaque test (560 bocaux et 28 000 œufs ont été utilisés pour l'ensemble des répétitions de ce test).



**Figure 16 :** Dispositif expérimental utilisé dans les tests de germination.



**Figure 17 :** Dispositif expérimental des tests d'inhalation.



**Figure 18:** Dispositif expérimental des tests de repulsivité.

### **3.2.3- Test d'inhalation sur les larves**

Ce test consiste à étudier l'effet des sept huiles essentielles par inhalation sur la viabilité des larves âgées de 12 jours (ce qui correspond au 2<sup>ème</sup> stade larvaire L2) et des larves de 18 jours (ce qui correspond au stade L 4).

- dans des bocaux en verre d'un litre de volume, une dose d'huile essentielle (20 et 40 µl) sont déposées sur du coton suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle.
- Des graines de niébé contenant 50 larves âgées de 12 jours ou de 18 jours selon le test sont introduites dans chaque bocal.
- Après chaque temps d'exposition (24, 48, 72, et 96h), les graines sont retirées du bocal et mises dans des boîtes de Pétri à l'intérieur de l'étuve. Le comptage des bruches adultes s'effectue au fur et à mesure qu'elles émergent des graines traitées et ce jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour.
- cinq répétitions ont été réalisées pour chaque test.

### **3.3- Test de repulsivité**

Ce test consiste à étudier l'effet répulsif des sept huiles essentielles sur les adultes de *C. maculatus*.

Pour le réaliser nous avons suivi les étapes suivantes :

- ◆ Découpage en deux parties égales un disque de papier filtre de 11 cm de diamètre.
- ◆ Préparation de quatre teneurs différentes de 5, 10, 15 et 20 µl dans 0,5 ml d'acétone pour chaque huile essentielle.
- ◆ Pour chaque test un demi-disque est traité avec une dose d'huile essentielle diluée dans l'acétone et le deuxième ne reçoit que de l'acétone.
- ◆ Après évaporation du solvant, nous rassemblons les deux parties traitée et non traitée par une bande adhésive et nous les plaçons dans une boîte de Pétri (Fig.18).
- ◆ Dix couples de bruches adultes (âgées de moins de 24 h) sont ensuite déposés au centre de la boîte.
- ◆ Au bout d'une demi-heure, on compte le nombre de bruches présentes sur la partie du disque traité avec l'huile essentielle et le nombre d'individus présents sur la partie traitée uniquement avec l'acétone.
- ◆ Le pourcentage de répulsion (PR) est calculé comme suit :

$$\text{PR (\%)} = [(\text{NC} - \text{NT}) / (\text{NC} + \text{NT})] \times 100$$

NC : le nombre d'insectes présents sur la partie du disque traitée uniquement avec l'acétone.

NT : le nombre d'insectes présents sur la partie traitée avec la solution (huile-acétone).  
Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives, selon le classement de MC DONALD *et al.* (1970) (Tableau 12).

Tableau 12 : Pourcentage de repulsivité selon MC DONALD *et al.* (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriétés de la substance testée
Classe 0	PR < 0,1 %	Non répulsive
Classe 1	10 – 20 %	Très faiblement répulsive
Classe 2	20 – 40 %	Faiblement répulsive
Classe 3	40 – 60 %	Modérément répulsive
Classe 4	60 – 80 %	répulsive
Classe 5	80 – 100 %	Très répulsive

#### 4- Analyse statistique des données

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  $P = 5 \%$  (logiciel statbox version 6).

- $P > 0,05$  → différence non significative.
- $P \leq 0,05$  → différence significative.
- $P \leq 0,01$  → différence hautement significative.
- $P \leq 0,01$  → différence très hautement significative.

# **III- Résultats**

**1- Tests par contact**

**1.1- Effet des sept huiles essentielles sur la longévité des adultes de *C. maculatus***

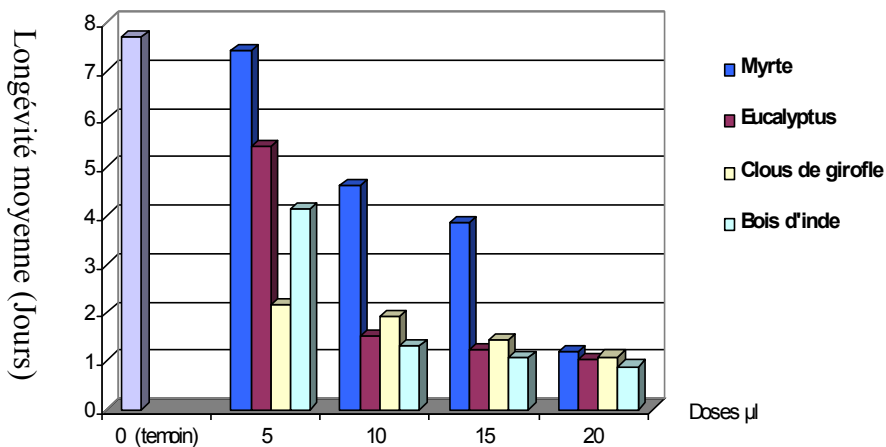
D'après les résultats obtenus, la longévité des adultes de *C. maculatus* est inversement proportionnelle à la dose des huiles testées, elle est en moyenne de  $7,65 \pm 0,21$  jours dans les lots témoins (Fig. 19 et 20); les huiles essentielles utilisées réduisent de façon très hautement significative ( $P= 0,000$ ) la durée de vie des adultes lorsque la dose augmente de 5 à 20  $\mu\text{l} / 50$  g.

La dose 5  $\mu\text{l} / 50$  g ne provoque qu'une faible mortalité et cela pour toutes les huiles essentielles utilisées.

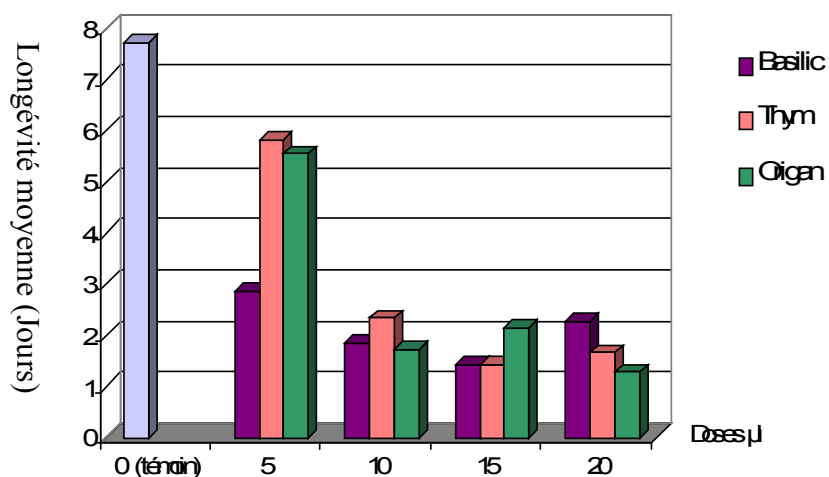
L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour les facteurs huile essentielle ( $F = 38,367$  et  $P = 0,0000$ ) et dose ( $F= 745,773$  et  $P = 0,0000$ ) ainsi que pour leur interaction ( $F= 12,648$  et  $P= 0,0000$ ).

A partir de la dose 10  $\mu\text{l} / 50$  g, toutes les huiles essentielles réduisent la longévité de *C. maculatus* à moins de 2 jours, excepté pour le myrte qui n'affecte la longévité qu'à partir de la dose de 20  $\mu\text{l} / 50$ g.

Parmi les sept huiles essentielles testées, celle des clous de girofle, du Bois d'inde, du thym et d'eucalyptus sont les plus efficaces, les  $DL_{50}$  respectives sont : 7,08 ; 7,41 ; 7,58 ; 9,54  $\mu\text{l} / 50$  g.



**Figure 19 :** Longévité moyenne des adultes de *C. maculatus* selon le type et la dose d'huile essentielle.



**Figure 20 :** Longévité moyenne des adultes de *C. maculatus* selon le type et la dose d’huile essentielle.

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les sept huiles essentielles dans cinq groupes homogènes (Tableau13).

Tableau 13 : Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l’effet des sept huiles essentielles selon les cinq doses testées, sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
5.0	myrte	4,980	A			
2.0	thym	3,776		B		
3.0	origan	3,666		B	C	
4.0	eucalyptus	3,374			C	D
1.0	basilic	3,216				D E
7.0	bois d'inde	3,017				D E
6.0	clous de girofle	2,850				E

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les 5 doses dans 5 groupes homogènes (Tableau 14).

Tableau 14: Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l’effet des cinq doses testées sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.

F2	Doses µl LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0	0	7,65	A			
2.0	5	4,76		B		
3.0	10	2,19			C	
4.0	15	1,81				D
5.0	20	1,34				E

### 1.2- Effet sur la fécondité des femelles (ponte des œufs)

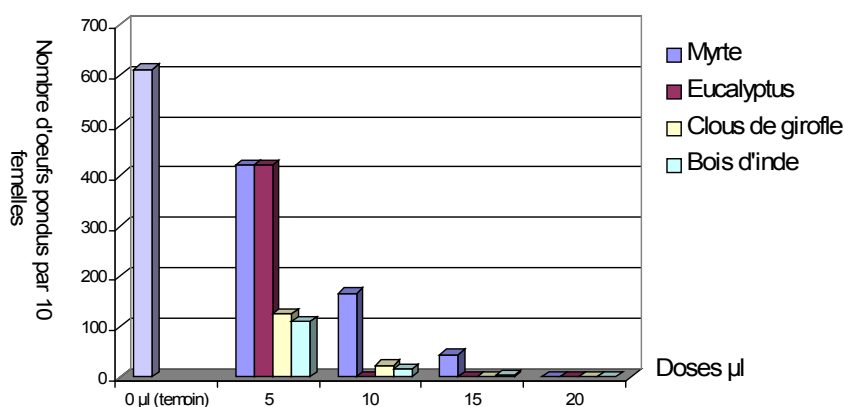
Les résultats de nos essais montrent clairement que les sept huiles affectent d'une façon significative ( $P = 0,0000$ ) le nombre d'œufs pondus par les femelles de *C. maculatus* (Fig. 21 et 22) sur les graines de *V. unguiculata*.

La fécondité dans les lots témoins est en moyenne de  $612,2 \pm 0,78$  œufs/10 femelles elle diminue significativement dans les lots traités.

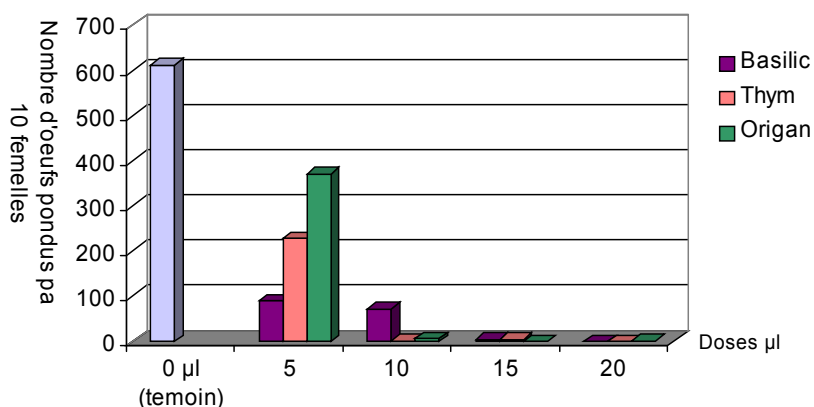
L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence hautement significative pour le facteur huile essentielle ( $F=3,624$  et  $P= 0,0236$ ), très hautement significative pour le facteur dose ( $F=256,879$  et  $P=0,0000$ ) et hautement significative pour leur interaction ( $F=2,312$  et  $P= 0,00133$ ).

Une diminution plus importante de la fécondité est enregistrée à la dose  $10 \mu\text{l} / 50 \text{g}$  avec une fécondité moyenne variant de 0 à 10 œufs environ pour 10 femelles.

L'huile essentielle d'eucalyptus inhibe complètement la ponte des œufs à partir de la dose  $10 \mu\text{l}$ , elle se révèle ainsi comme l'huile la plus efficace pour le paramètre fécondité (fig. 20).



**Figure 21 :** Fécondité moyenne de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose (myrte, eucalyptus, clous de girofle et bois d'inde).



**Figure 22 :** Fécondité moyenne de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose (pour le basilic, thym, origan).

### 1.3- Effet sur l'éclosion des œufs

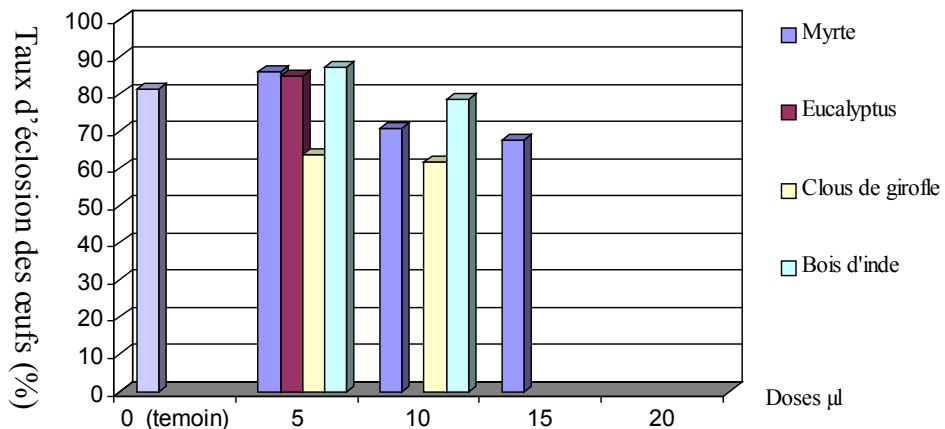
Les traitements effectués avec les huiles essentielles de basilic, des clous de girofle et du bois d'inde réduisent d'une manière significative ( $P=0.05612$ ) l'éclosion des œufs (Fig. 23 et 24).

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence hautement significative pour le facteur huile essentielle ( $F=5,864$  et  $P= 0,0632$ ), non significative pour le facteur dose ( $F= 0,431$  et  $P= 0,65873$ ) et non significative pour leur interaction ( $F = 1,548$  et  $P= 0,20832$ ).

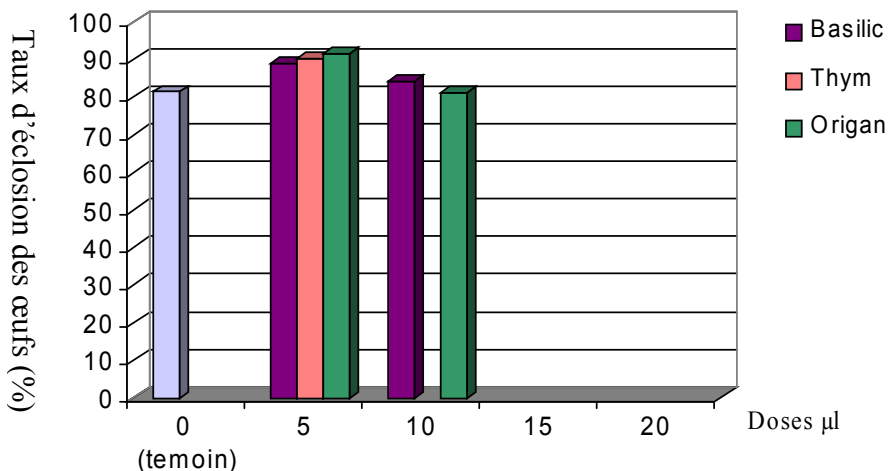
L'analyse de la variance à un critère de classification pour l'huile essentielle de myrte révèle une différence significative pour le facteur dose ( $F= 3,607$  et  $P= 0,03634$ ).

Les huiles essentielles de l'eucalyptus, de thym et d'origan ont complètement inhibé la ponte des œufs dans le test par contact à la dose de 15  $\mu\text{l}$ / 50 g.

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les trois doses dans deux groupes homogènes. Le groupe A correspond au témoin et à la plus faible dose de 5  $\mu\text{l}$  / 50 g. Le groupe B comprend dose de 15  $\mu\text{l}$ / 50 g (tab. 15).



**Figure 23 :** Taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofle et le bois d'inde.



**Figure 24:** Taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le basilic, le thym et l'origan.

Tableau15 : Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des trois doses sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus*.

F2	Doses µl LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	0	77,752	A	
2.0	5	67,587	A	
3.0	10	54,906		B

#### 1.4- Effet sur l'émergence des adultes

Les tests effectués montrent que les différentes huiles exercent une activité larvicide très hautement significative avec l'augmentation de la dose (Fig. 25 et 26).

Dans les lots témoins, une descendance moyenne de 390,2 individus est enregistrée, ce qui est équivalent à un taux de viabilité de 78,35 %.

L'analyse de la variance à deux critères de classification indique une différence non significative pour le facteur plante (thym, origan, eucalyptus) ( $F=0,866$  et  $P=0,43615$ ), hautement significative pour le facteur dose (0 et 5 µl) ( $F= 10,905$   $P= 0,00305$ ) et non significative pour leur interaction ( $F=0,866$   $P= 0,43615$ ).

L'analyse de la variance à deux critères de classification indique une différence non significative pour le facteur plante (basilic, clous de girofle, bois d'inde) ( $F=0,469$  et  $P=0,63484$ ), hautement significative pour le facteur dose (0, 5, et 10 µl) ( $F= 7,117$   $P= 0,0026$ ) et non significative pour leur interaction ( $F=2,094$   $P= 0,010089$ ).

L'analyse de la variance à un critère de classification pour l'huile essentielle du myrte indique une différence très hautement significative pour le facteur dose (0, 5, 10, et 15 µl).

Pour les traitements avec les huiles essentielles de thym, d'origan et d'eucalyptus, le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les deux doses dans deux groupes homogènes. Le groupe A correspond au témoin et le groupe B à la dose de 5 µl/ 50 g (tab. 16).

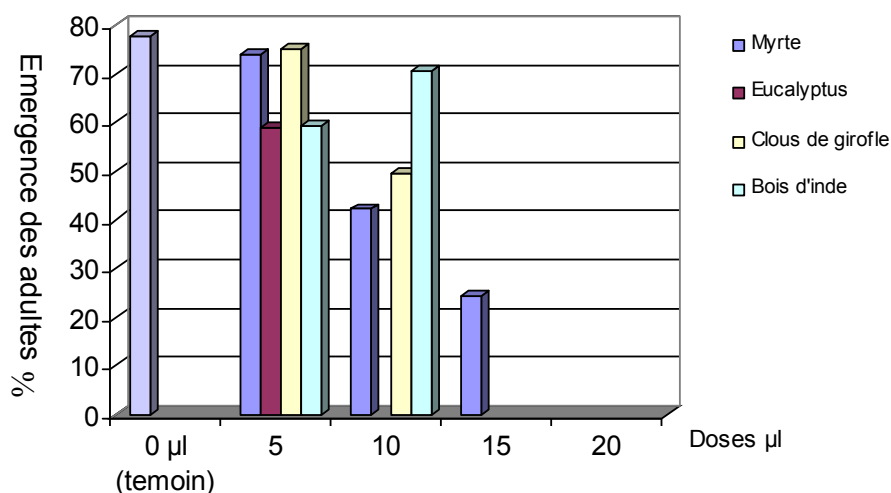
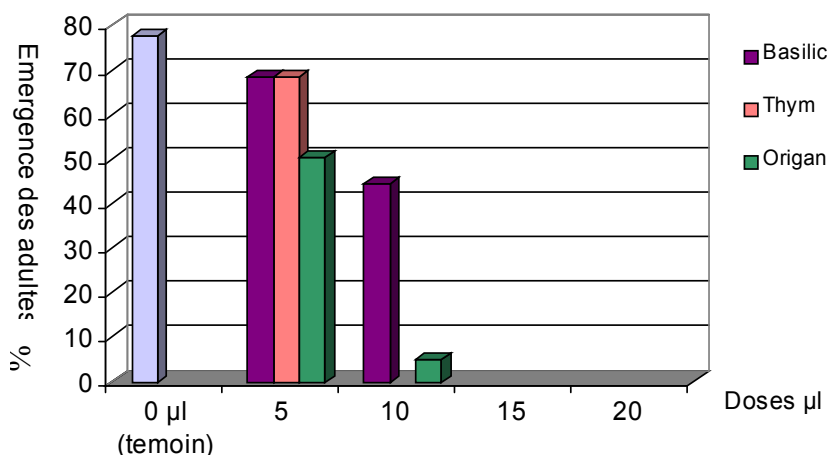


Figure 25: Taux d'émergence des adultes de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofle et le bois d'inde.



**Figure 26:** Taux d'émergence des adultes de *C. maculatus* selon le type d'huile essentielle et la dose pour le basilic, le thym et l'origan.

Tableau 16 : Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des deux doses sur l'émergence des adultes de *C. maculatus* pour les traitements avec les huiles essentielles de thym, l'origan et l'eucalyptus.

F2	Doses µl LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	0	77,752	A	
2.0	5	59,213		B

Pour les traitements avec les huiles essentielles de basilic, des clous de girofle et du bois d'Inde, le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les trois doses dans deux groupes homogènes. Le groupe A correspond à la dose 0 µl/50 g et la dose 5 µl /50g, le groupe B correspond à la dose de 10 µl/ 50 g (tab. 17).

Tableau 17 : Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des deux doses sur l'émergence des adultes de *C. maculatus* pour les traitements avec les huiles essentielles de thym, l'origan et l'eucalyptus.

F2	Doses µl LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	0	77,752	A	
2.0	5	67,587	A	
3.0	10	54,906		B

Pour le traitement avec l'huile essentielle de myrte, le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les quatre doses dans deux groupes homogènes. Le groupe A correspond à la dose 0 µl/50 g et 5 µl/50 g, le groupe B comprend les doses de 10 µl/ 50 g et 15 µl/ 50 g (Tab.18).

Tableau 18: Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des doses sur l'émergence des adultes de *C. maculatus* pour les traitements avec l'huile essentielle de myrte.

F1	Doses $\mu$ l LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	0	77,752	A	
2.0	5	73,978	A	
3.0	10	42,262		B
4.0	15	31,104		B

### 1.5- Effet sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*

L'analyse statistique montre que les différentes huiles testées ont une action très hautement significative sur la réduction des pertes en poids des graines exposées aux bruches (fig. 27 et 28).

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur plante ( $F= 4,185$  et  $P= 0,00073$ ), très hautement significative pour le facteur dose ( $F= 390,601$  et  $P= 0,0000$ ) et très hautement significative pour leur interaction ( $F= 3,972$  et  $P= 0,0000$ ).

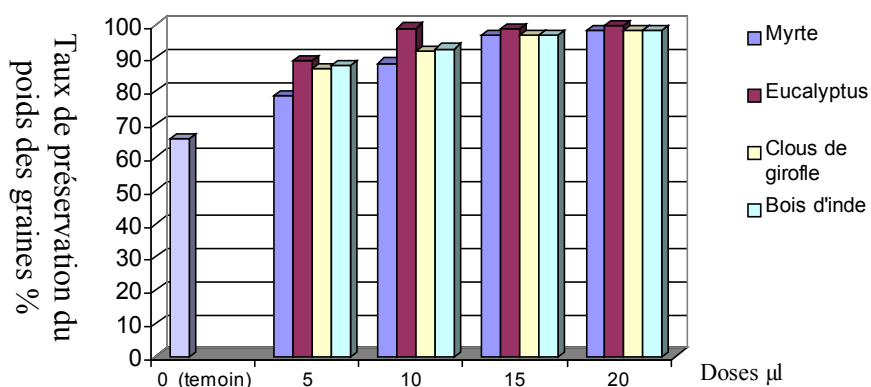


Figure 27: Taux du poids des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile essentielle et la doses pour le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofle et le bois d'inde.

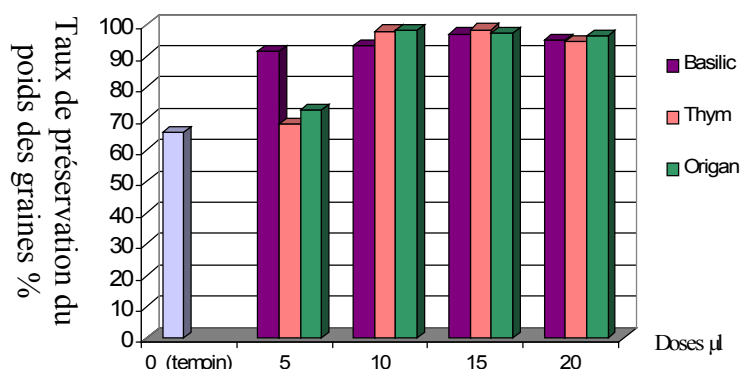


Figure 28: Taux du poids des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile essentielle et la doses pour le basilic, le thym et l'origan.

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les sept huiles essentielles dans trois groupes différents, le myrte et l'eucalyptus respectivement dans le groupe A et C, le basilic et le thym respectivement dans les groupes AB et BC, le reste des huiles essentielles est classé dans les groupes ABC (Tab. 19).

Tableau 19: Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles sur la perte en poids des graines de *V. unguiculata*.

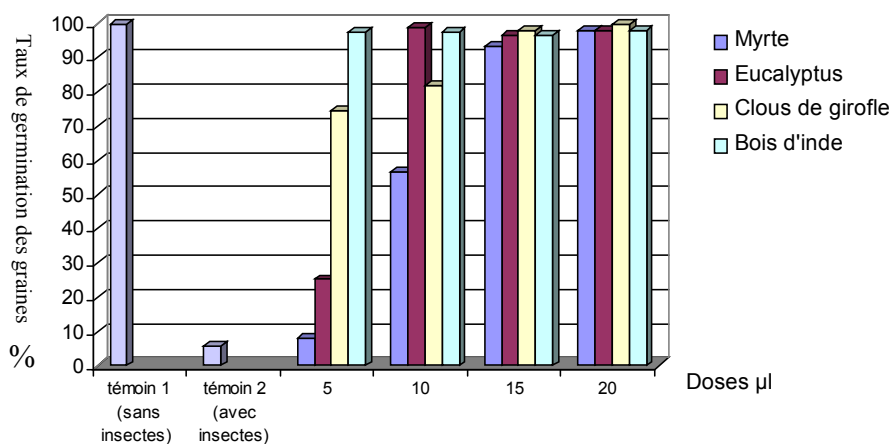
F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	myrte	90,20	A		
1.0	basilic	88,49	A	B	
6.0	clous de girofle	88,11	A	B	C
7.0	bois d'inde	88,05	A	B	C
3.0	origan	87,57	A	B	C
2.0	thym	86,21		B	C
4.0	eucalyptus	85,02			C

### 1.6- Effet sur le taux de germination des graines

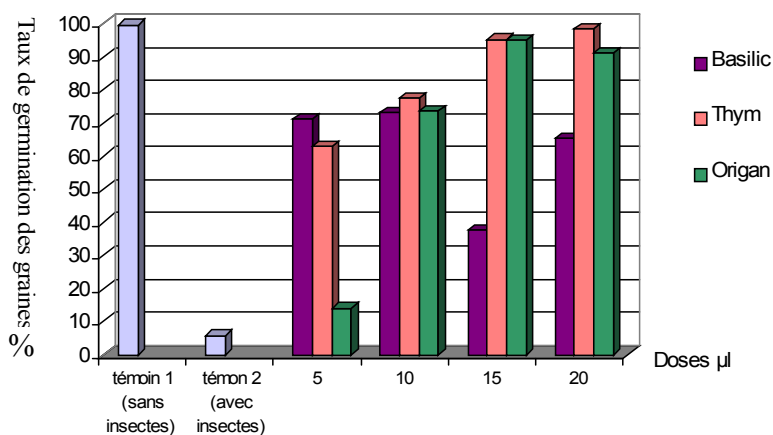
La faculté germinative des graines de niébé traitées avec les plus fortes doses des huiles essentielles est très élevée, étant donné que l'émergence des adultes de *C. maculatus* est faible dans les lots témoins. On remarque nettement, qu'en augmentant la dose, la faculté germinative augmente, une germination très élevée est obtenue à partir d'une dose de 5 µl/ 50 g pour l'huile essentielle de bois d'inde (fig. 29, 30).

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur plante (F= 68,654 et P= 0,0000), très hautement significative pour le facteur dose (F= 877,743 et P= 0,0000) et très hautement significative pour leur interaction (F= 41,429 et P= 0,0000).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les sept huiles essentielles dans trois groupes différents, les clous de girofle et le bois d'inde dans le groupe A, le thym et l'eucalyptus dans le groupe B, et l'origan, le basilic et le myrte sont classés dans les groupes C (Tableau 20).



**Figure 29 :** Taux moyen de germination des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile et la dose dans les traitements avec le myrte, l'eucalyptus, les clous de girofles et le bois d'inde.



**Figure 30 :** Taux moyen de germination des graines de *V. unguiculata* selon le type d'huile et la dose dans les traitements avec le basilic, le thym et l'origan.

Tableau 20: Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées sur la capacité germinative des graines de *V. unguiculata*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
7.0	girofle	80,80	A		
6.0	bois d'inde	80,16	A		
2.0	thym	67,28		B	
5.0	eucalyptus	66,40		B	
3.0	origan	56,96			C
1.0	basilic	55,92			C
4.0	myrte	53,44			C

## 2. Tests d'inhalation

### 2.1- effet des huiles essentielles sur la mortalité des adultes

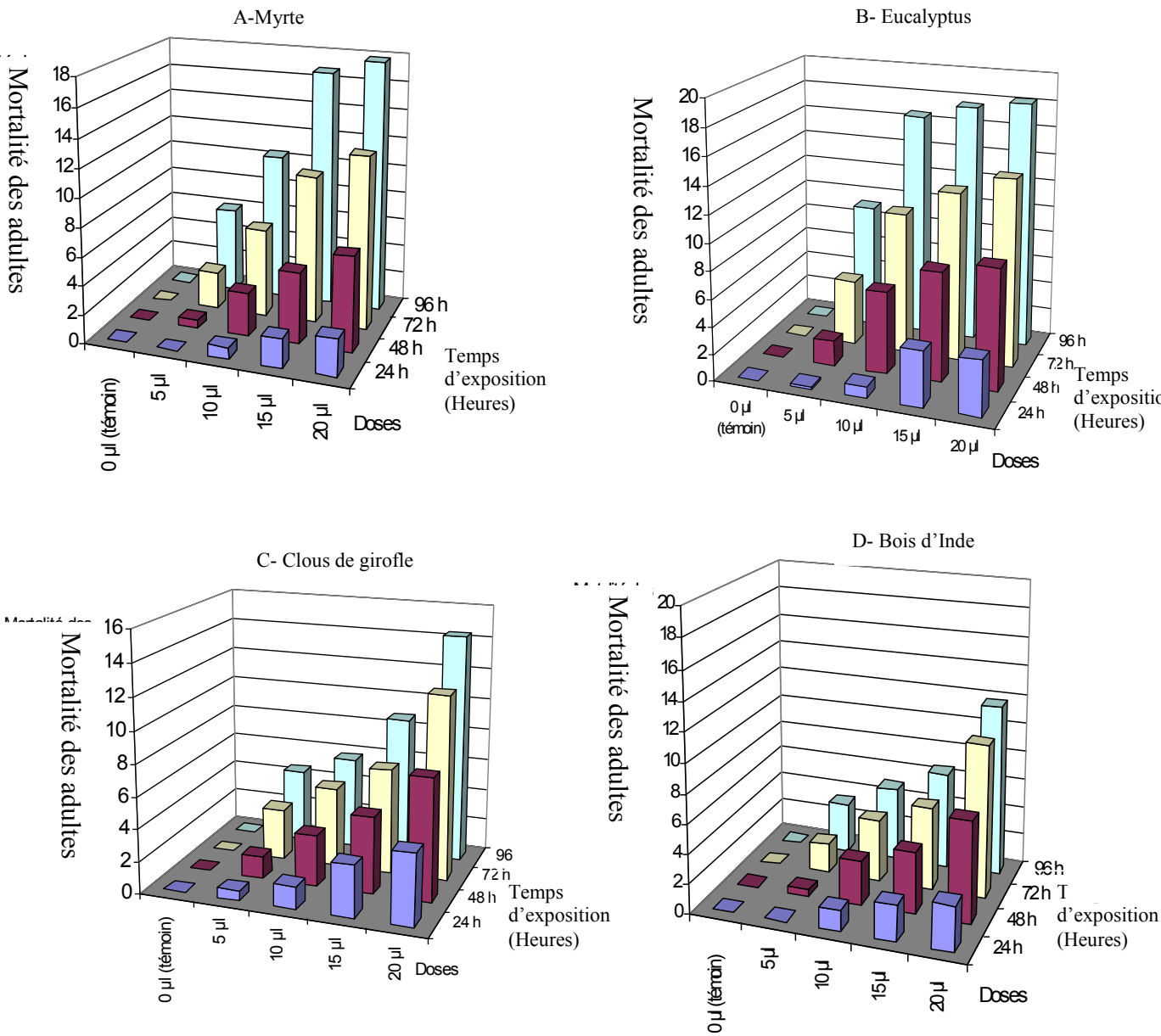
Les résultats obtenus (fig. 31 et 32) montrent nettement que toutes les huiles essentielles testées ont révélé un effet très hautement significatif sur la mortalité des adultes de *C. maculatus*. L'effet le moins marqué est observé chez le basilic, avec une très faible mortalité obtenue avec la plus forte dose et la durée de traitement la plus longue (fig. 32).

L'analyse de la variance à trois critères de classification indique une différence très hautement significative pour le facteur plante  $F_1$  ( $F= 292,918$  et  $P=0,0000$ ), très hautement significative pour le facteur dose  $F_2$  ( $F= 671,191P= 0,0000$ ) et très hautement significative pour le facteur temps d'exposition  $F_3$  ( $F= 559,803$   $P= 0,0000$ ), pour l'interaction des différents facteurs l'effet est très hautement significatif ( $P=0,0000$ ).

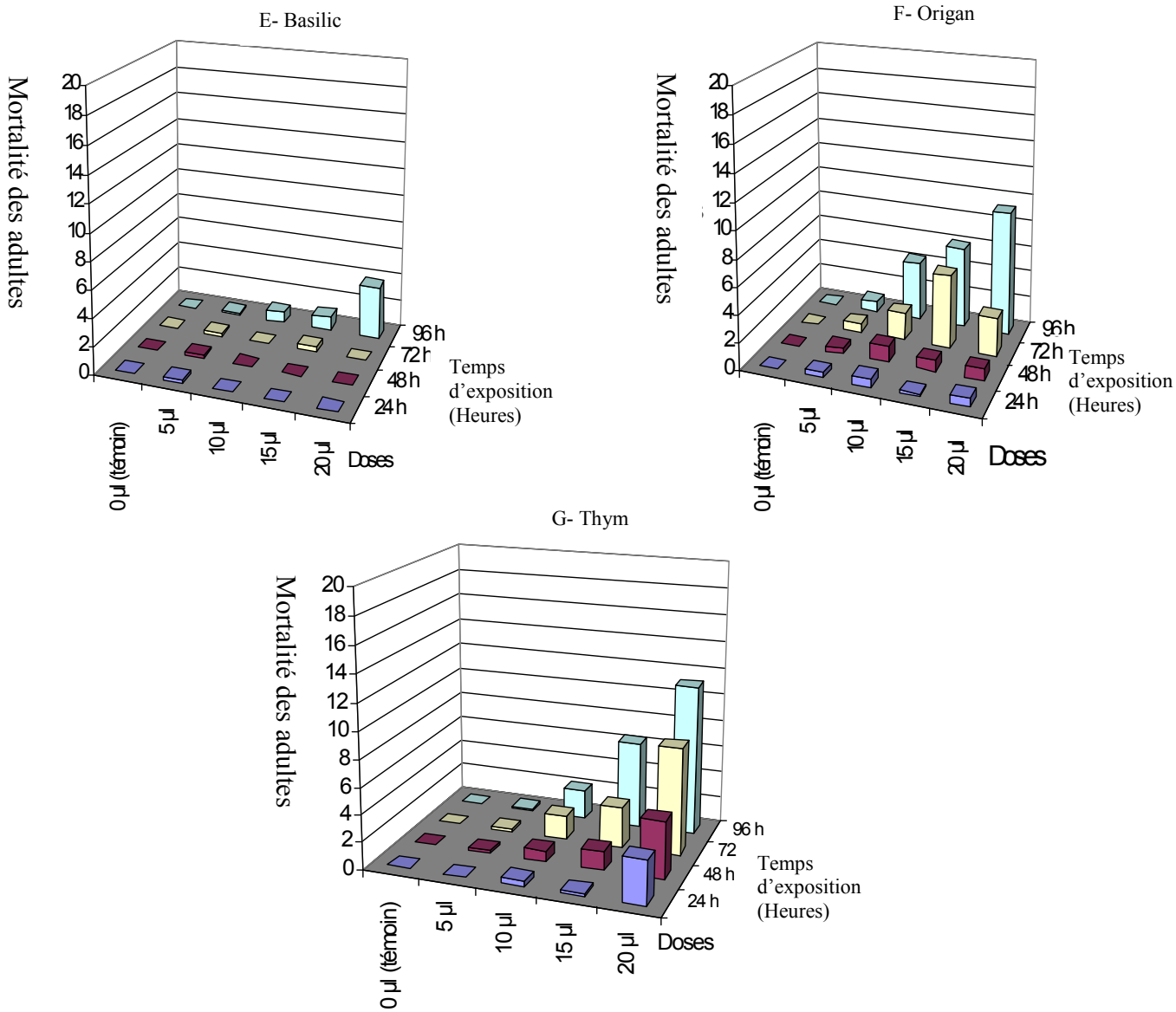
Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les sept huiles essentielles dans six groupes différents, le thym et l'origan sont classés dans le même groupe E (tab. 21).

Tableau 21: Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées par inhalation sur la longévité des adultes de *C. maculatus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES						
4.0	eucalyptus	6,83	A						
5.0	myrte	5,15		B					
6.0	clous de girofle	4,29			C				
7.0	bois d'inde	3,51				D			
2.0	thym	2,2					E		
3.0	origan	1,88					E		
1.0	basilic	0,34							F



**Figure 31:** Effet des huiles essentielles par fumigation sur la mortalité moyenne des adultes. (A: Myrte, B: Eucalyptus, C: Clous de girofle, D: Bois d'Inde).



**Figure 32 :** Effet des huiles essentielles par fumigation sur la mortalité moyenne des adultes. (E: Basilic, F: Origan, G: Thym).

2.2- Effet des huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus*

Les résultats obtenus (fig. 33 et 34) montrent que toutes les huiles essentielles testées ont révélé un effet très hautement significatif sur le taux des œufs éclos de *C. maculatus*.

L'effet le plus marqué est observé avec l'huile essentielle de clous de girofle, le taux d'éclosion est de 0,8 % (fig. 33), un taux d'éclosion de 4,8 % est obtenu avec le thym à partir d'une dose de 10 µl (Figure 25); chez l'origan nous avons obtenu un taux d'éclosion de 0,2 % avec une dose de 5 µl et un temps d'exposition de 48 h (Fig. 34).

Dans les tests témoins, le taux d'éclosion des œufs dépasse 90 %.

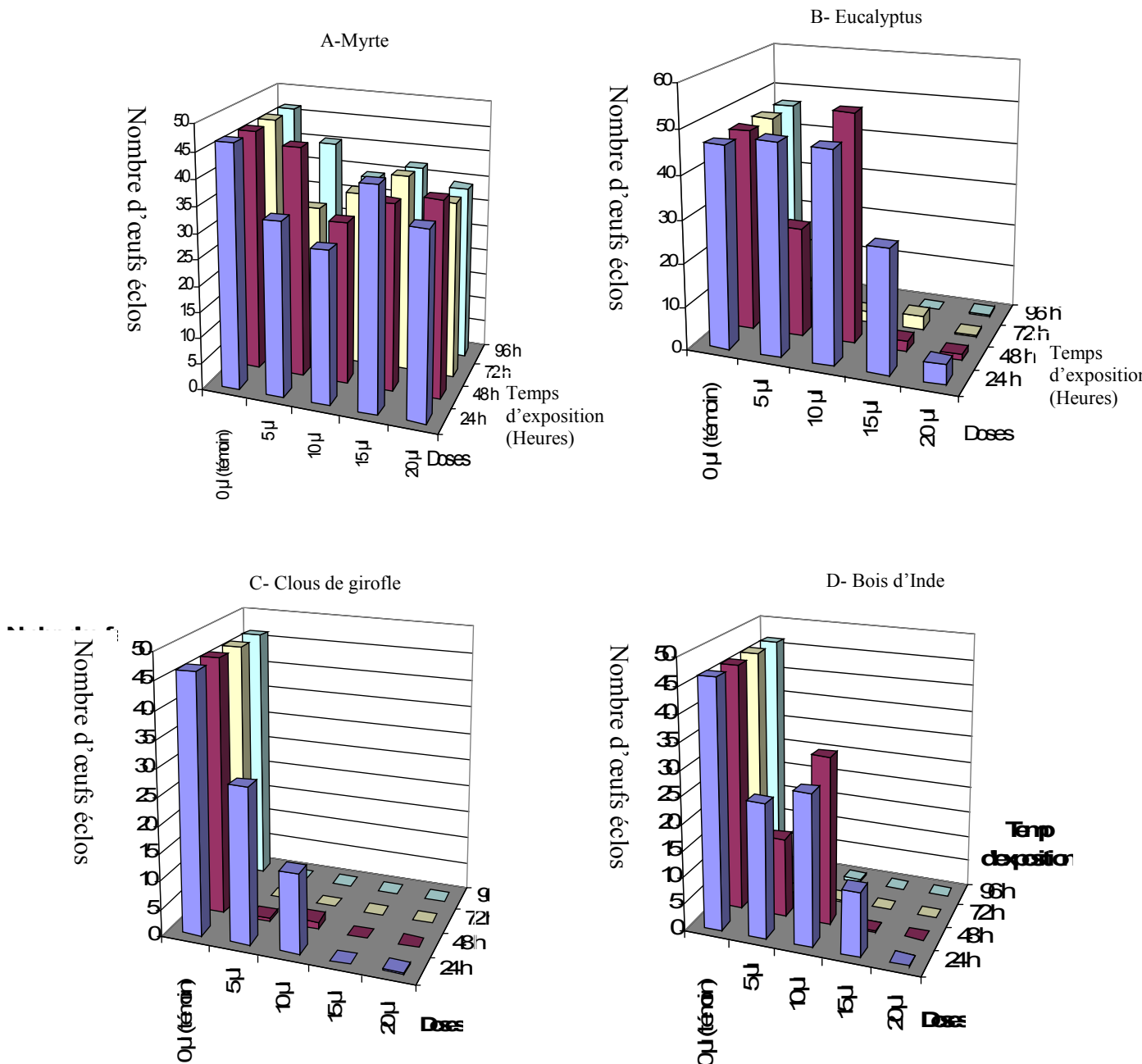
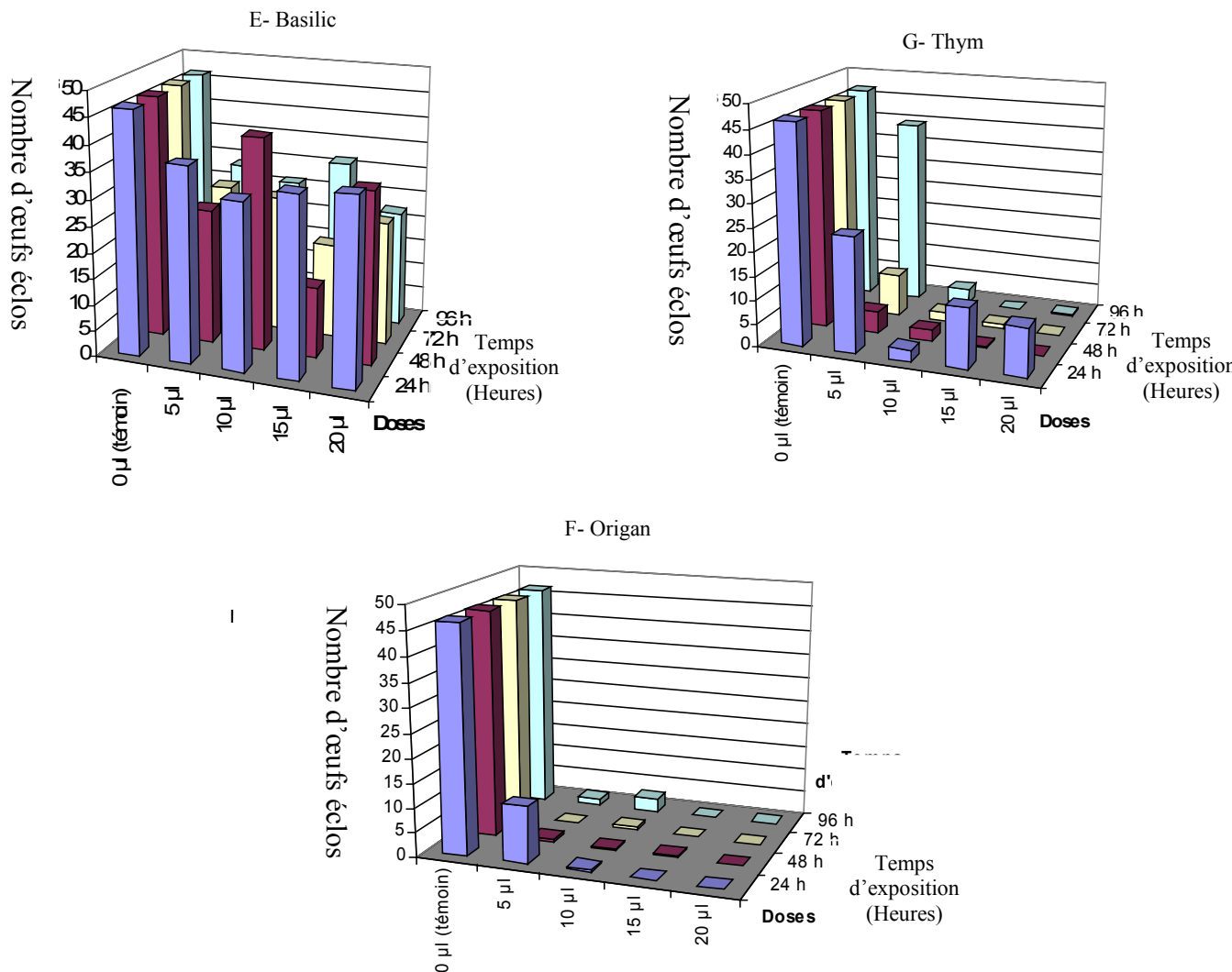


Figure 33 : Effet des huiles essentielles par fumigation sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus* (A : Myrte, B : Eucalyptus, C : Clous de girofle, D : Bois d'Inde).

L'analyse de la variance à trois critères de classification indique une différence très hautement significative pour le facteur plante  $F_1$  ( $F= 575,332$  et  $P=0,0000$ ) et très hautement significative pour le facteur dose  $F_2$  ( $F= 784,962$  et  $P= 0,00305$ ) et très hautement significative pour le facteur temps d'exposition  $F_3$  ( $F= 87,402$   $P= 0,0000$ ). Pour l'interaction entre les différents facteurs est également très hautement significative ( $P= 0,0000$ ).



**Figure 34 :** Effet des huiles essentielles par fumigation sur l'éclosion des œufs de *C. Maculatus* (E : Basilic, F : Origan, G: Thym).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les sept huiles essentielles dans cinq groupes différents, l'eucalyptus, le bois d'inde et le thym son classés dans le même groupe C (tab. 22).

Tableau 22 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées par inhalation sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
6.0	myrte	71,12	A				
2.0	basilic	59,7		B			
4.0	eucalyptus	25,78			C		
7.0	inde	25,44			C		
1.0	thym	25,4			C		
5.0	girofle	18,68				D	
3.0	origan	16,12					E

### 2.3- Effet des huiles essentielles sur les larves

Les résultats obtenus (fig. 35 et 36) montrent que l'effet le moins marqué est observé avec le bois d'inde qui a réduit l'émergence que de 20 % à la dose de 40 µl/l pour les larves de 12 jours, et une réduction de 18 % pour les larves de 18 jours. Une faible toxicité est également observée avec le basilic, ou il a réduit l'émergence à 21,2 % pour les larves de 12 jours et à 26 % pour les larves de 18 jours, à la dose de 40 µl/l.

Pour le thym, l'effet sur l'émergence est aussi moins important, sauf avec la dose de 40 µl/l appliquée sur les larves de 12 jours, avec la quelle on obtient une réduction de 79,6 %.

Pour l'origan et les clous de girofle, une réduction très importante est obtenue avec la dose de 40 µl/l, elle est de 72,7 et 87,7 % sur les larves de 12 et 18 jours, respectivement; pour l'huile essentielle de clous de girofle ce taux varie de 66 à 68 % selon l'âge des larves.

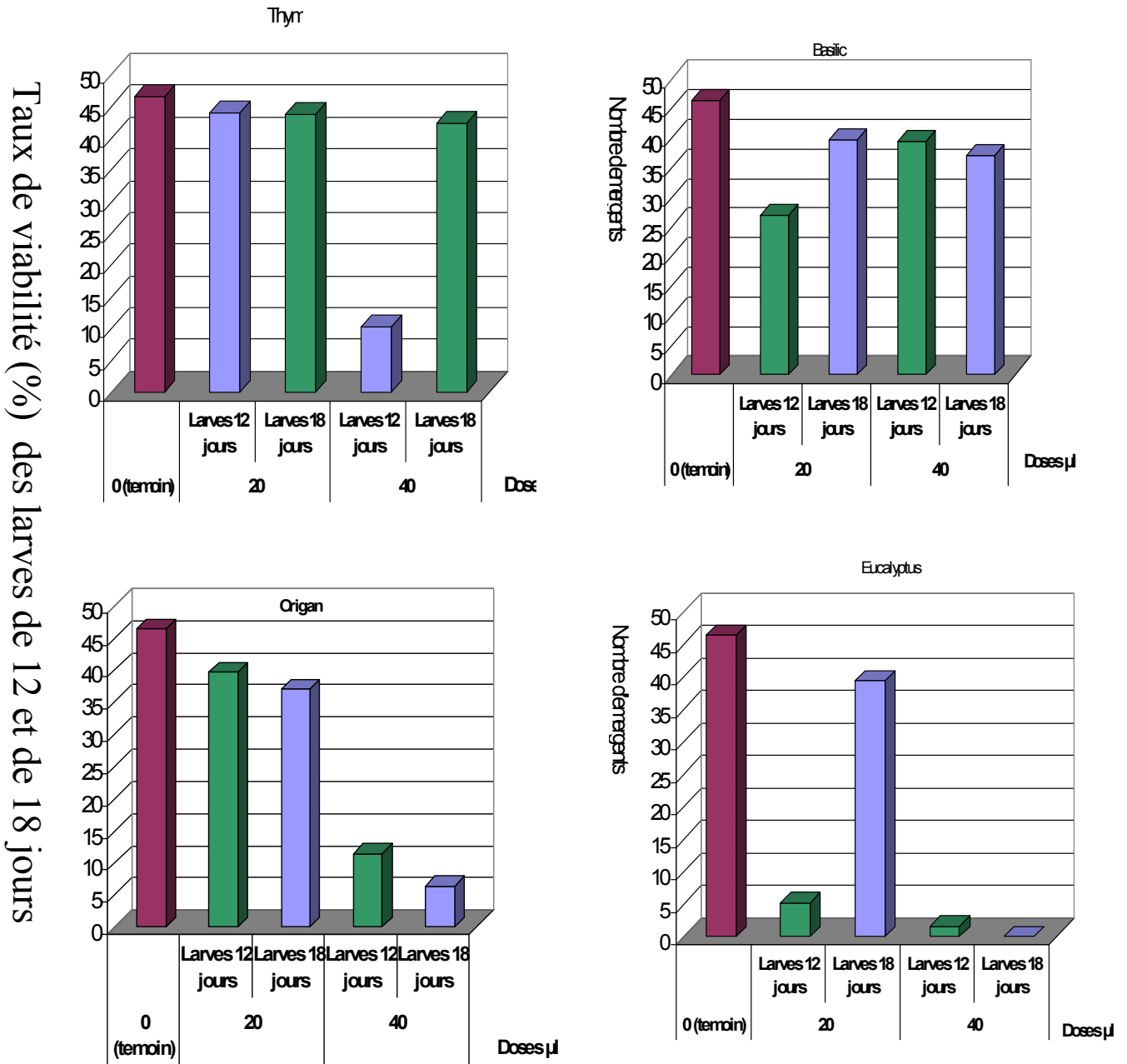
Par ailleurs, le myrte et l'eucalyptus affectent de façon très significative le développement larvaire.

L'huile de myrte est très toxique à l'égard des jeunes larves avec 100 % de mortalité alors que les larves âgées se sont révélées plus résistantes, le taux d'émergence dépasse 80 %. Les résultats obtenus avec l'huile essentielle d'eucalyptus sont sensiblement similaires à ceux enregistrées avec le myrte.

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les sept huiles essentielles dans six groupes différents, ou le basilic et le thym son classés dans le même groupe B (tab.23).

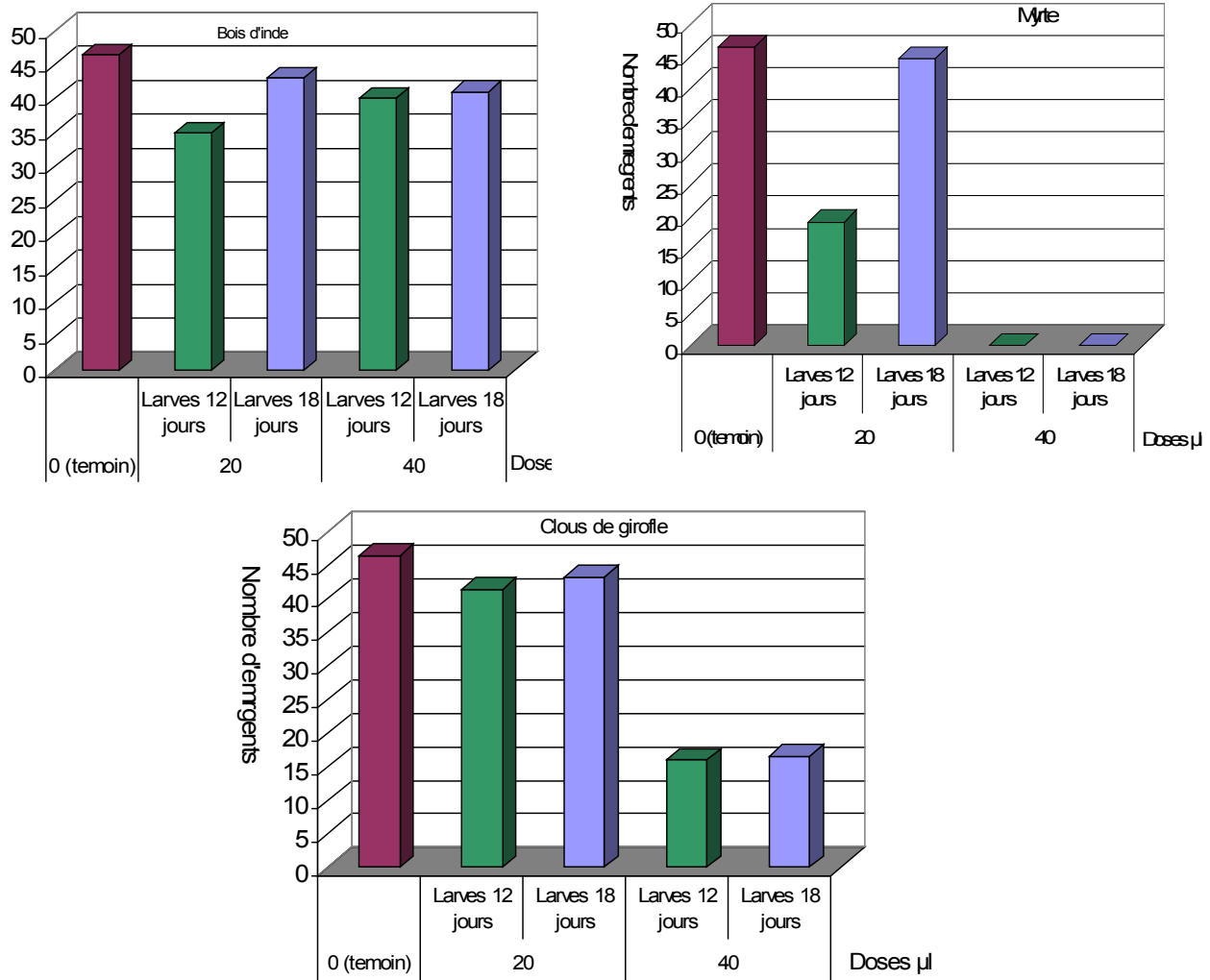
Tableau 23: Résultats du test sur les taux de viabilité de NEWMAN et KEULS concernant l'effet des sept huiles essentielles testées par inhalation sur les larves de *C. maculatus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
7.0	bois d'inde	83,93	A				
2.0	basilic	78,66		B			
1.0	thym	77,73		B			
5.0	girofle	70,00			C		
3.0	origan	62,40				D	
6.0	myrte	52,20					E
4.0	eucalyptus	46,33					F



**Figure 35 :** Taux de viabilité des larves de *C. maculatus* âgées de 12 ou 18 jours dans les graines de *V. unguiculata* traitées avec les huiles essentielles de basilic, de thym, d'origan et d'eucalyptus.

Taux de viabilité (%) des larves de 12 et de 18 jours



**Figure 36:** Taux de viabilité des larves de *C. maculatus* âgées de 12 ou 18 jours dans les graines de *V. unguiculata* traitées avec les huiles essentielles de myrte de bois d'inde et des clous de girofle.

**3- Tests de repulsivité**

Les résultats obtenus dans le tableau 24 mettent en évidence un effet dose pour les sept huiles essentielles testées. Le thym, l'origan et le basilic ont montré une activité plus marquée (très répulsive) par rapport aux autres huiles essentielles.

Tableau 24: Taux de repulsivité (%) des l'huiles testées à l'égard des adultes de *C. maculatus*.

Huiles essentielles \ Doses (µl)	5	10	15	20	Répusivité moyenne (%)
Myrte	22	34	41	58	38,75
Eucalyptus	28	30	43	80	45,25
Girofle	10	18	10	25	17,75
Bois d'Inde	12	23	26	34	23,75
Origan	80	84	88	92	86
Basilic	80	84	88	92	86
Thym	88	92	86	82	87

Selon Mc DONALD (1970), nous pouvons classer les huiles utilisées dans les classes répulsives suivantes (tab. 25).

Tableau 25: classification de la répulsivité des huiles essentielles testées selon MC DONALD (1970).

huiles	P R (%)	Classe répulsive	Effet
Myrte	38,75	<b>2</b>	Faiblement répulsive
Eucalyptus	45,25	<b>3</b>	Modérément répulsive
Girofle	17,75	<b>1</b>	Très faiblement répulsive
Bois d'inde	23,75	<b>2</b>	Faiblement répulsive
Origan	86	<b>5</b>	Très répulsive
Basilic	86	<b>5</b>	Très répulsive
Thym	87	<b>5</b>	Très répulsive

# **IV- Discussions**

## 1- Tests par contact

### 1.1- Effet des sept huiles essentielles sur la longévité des adultes de *C. maculatus*

D'après les résultats obtenus, la longévité des adultes de *C. maculatus* est inversement proportionnelle à la dose des huiles testées, elle est en moyenne de  $7,65 \pm 0,21$  jours dans les lots témoins (fig. 19 et 20) ; les huiles essentielles utilisées réduisent de façon très hautement significative ( $P = 0,000$ ) la durée de vie des adultes lorsque la dose augmente de 5 à 20  $\mu\text{l}/50\text{ g}$ .

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs qui ont mis en évidence l'efficacité de nombreuses huiles essentielles. C'est ainsi que KELLOUCHE *et al.*, (2010) ont montré, qu'à partir de la dose 10  $\mu\text{l}/50\text{ g}$  de graines de niébé, les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus citriodora* (Myrtaceae), de *Myrtus communis* (Myrtaceae), de *Melaleuca vidiflora* (Myrtaceae), de *Mentha piperita* (Lamiaceae), de *Pogostemon cablin* (Lamiaceae), de *Cupressus sempervirens* (Cupressaceae), de *Salvia officinalis* (Labiaceae), de *Cinnamomum zeylanicum* (Lauraceae) et de *Citrus mendurensis* (Rutaceae) ont réduit d'une manière très significative la longévité des adultes de *C. maculatus* ; cette durée de vie a été réduite à moins de 24 h avec les huiles essentielles de cannelle et l'Eucalyptus à la dose de 15  $\mu\text{l}/50\text{ g}$ , dans les lots témoins, les adultes vivent plus d'une semaine.

Les huiles essentielles d'*Eucalyptus saligna* et de *C. sempervirens* ont aussi révélé un effet très toxique sur *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae) ; dans les traitements par contact, l'huile essentielle d'Eucalyptus s'est révélée très toxique à l'égard de ce ravageur (TAPONDJOU *et al.*, 2005).

L'activité biologique du camphor, constituant majeur de l'huile essentielle de *D. klimandscharium* (Labiatae), contre les insectes ravageurs des grains stockés, *Sitophilus granarius*, *S. Zeamais*, *T. castaneum* et *Prostephanus truncatus*, a été évaluée dans les conditions de laboratoire par des tests de contact et de répulsivité.

Le camphor, appliqué sur du papier filtre ou sur les graines de maïs et de blé entier, s'est révélé très toxique vis-à-vis des quatre espèces ravageuses.

Le taux de mortalité dépend de la dose appliquée, à la plus forte dose de 100 mg/papier filtre et de 100 mg/ insecte, les taux de mortalité obtenus varient de 93 à 100 %, respectivement chez *Sitophilus granarius*, *Sitophilus zeamais* et *Prostephanus truncatus*, après 24 heures d'exposition. Des doses similaires ont induit 70 et 100 % de mortalité chez *Tribolium castaneum*. Les traitements effectués sur les graines sont plus efficaces que ceux réalisés avec du papier filtre, après 24 heures d'exposition (OBENG-OFORI *et al.*, 1998).

L'utilisation de la poudre aromatisée (kaolin) a engendré 50 % de mortalité chez les adultes de *C. maculatus*, après 48 h d'exposition, avec une dose de 65  $\mu\text{l}/\text{g}$  pour *Ocimum basilicum* et 116  $\mu\text{l}/\text{g}$  pour *Ocimum gratissimum* (KEÏTA *et al.*, 2001).

Les extraits d'*Ageratum*, de *Clausena anisata* et de *Croton macrostachys*, collectés à l'ouest du Cameroun, ont été testés pour leurs effets insecticides sur *C. maculatus* ; les extraits les plus actifs sont ceux du mélange CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> /M<sub>e</sub>OH (chlorure de méthylène) des feuilles d'*Ageratum houstoniacum*, (70 % de mortalité à la dose de 100 mg après 1 jour d'exposition) ; l'extrait d'hexane de *Croton macrostachys* provoque 50 % de mortalité à la dose supérieure ou égale à 20 mg, après 1 jour d'exposition. La détermination de la dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) de l'activité de ces deux extraits révèle que l'extrait d'Hexane de *C. macrostachys* est plus toxique que celui au CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/ M<sub>e</sub> OH des feuilles d'*A. houstonarium*, après 1 jour d'exposition, soit 12,6 et 63 mg/g de graines, respectivement (TEUGWA et al., 2002).

BRITO et al. (2006) ont montré l'effet insecticide des huiles essentielles de *E. citriodora*, *E. globulus* et *E. staigerana* (Myrtaceae) sur la bruche du niébé, *C. maculatus*, à des doses allant de 5 à 25 µl.

Les huiles essentielles de citronnelle, du girofle et de citron se sont révélées significativement toxiques vis-à-vis de *C. maculatus* et se rangent selon l'ordre décroissant de toxicité suivant : Girofle, citronnelle, citron ; toutefois des mortalités significatives s'observent dès qu'il y'a contact direct avec une huile. Par contre les tests par inhalation semblent être moins efficace (LALE, 1991).

La toxicité de cinq huiles essentielles de cardamome, canelle, clous de girofle, d'eucalyptus et du neem, on été testées sur l'activité biologique des adultes de *C. maculatus*. Dans les tests par contact, l'huile essentielle de l'eucalyptus est la plus efficace dans l'induction de la mortalité des adultes, à la fois après 24 et 48 h de traitement ; le classement de l'efficacité des huiles essentielles dans les tests par contact est le suivant : eucalyptus > clous de girofle > cinnamon > cardamome > neem (MAHFUZ et KHALEQUZZAMAN, 2007).

### 1.2- Effet des huiles essentielles sur la fertilité des femelles (ponte des œufs)

Les sept huiles essentielles testées ont révélé une activité biologique très intéressante à l'égard de la fertilité des femelles de *C. maculatus* (fig. 21 et 22), plusieurs auteurs ont observé une réduction importante du nombre d'œufs pondus sur les graines de niébé traitées.

Les poudres des feuilles de *Nicotiana tabacum*, d'*Erythrophleum suaveolus* et de *O. gratissimum* (OFUYA, 1990), ainsi que des graines d'*Azadirachta indica* (SECK et al., 1991) inhibent la ponte et manifestent un effet ovicide sur *C. maculatus*.

GBOLADE et ADEBAYO, (1994) ont mis en évidence l'activité des huiles essentielles des feuilles de *Lippia adensis* (W), de *Cymbopouou citra* (D), de *Chromalaen camara* (L) et d'*Eugenia uniflora* (L) à l'égard de bruche du niébé, ils notent que la ponte est complètement inhibée par les huiles de *Eimeria adaensis* et de *Cymbopogon citratus*, lorsqu'elles sont appliquées respectivement à des doses de 20 et 40 µl.

L'huile essentielle des clous de girofle (l'eugénol), à la dose 5 µl /50g de graines de niébé, diminue d'une manière très significative la fécondité de *C. maculatus* (KELLOUCHE et SOLTANI., 2004).

Les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et d' *Ocimum gratissimum* ont un effet très significatif sur la fertilité des femelles et sur le développement larvaire de *C. maculatus*. Des résultats similaires ont été obtenus avec *Taget minuta* L, *Hyptis suaveolaens* Poit, *Ocimum canum* L, *O. basilicum* et *Piper guineense* Schum (KEÏTA et al., 2000).

A la dose de 10 µl / 50g de graines de niébé, *C. zeylanicum*, *M. vidiflora* et *S. officinalis* ont inhibé complètement la ponte de chez *C. maculatus*. Des résultats similaires ont été obtenus à partir de la dose de 15 µl pour les 4 huiles essentielles de la famille des myrtacées et aussi pour l'huile essentielle de *Mentha piperita*. A la dose de 20 µl/ 50 g, aucune ponte n'a été observée chez les femelles de *C. maculus* (KELOUCHE et al., 2010).

### 1.3- Effet des huiles essentielles sur l'éclosion des œufs

Les huiles essentielles testées réduisent d'une façon très hautement significative le nombre d'œufs éclos dans les différents lots traités.

Le nombre d'œufs éclos dans les lots témoins (612,2 œufs) est nettement supérieur par rapport à celui des lots traités. Le nombre d'œufs éclos diminue considérablement au fur et à mesure qu'on augmente la dose (fig. 23 et 24).

Les œufs de *C. maculatus* sont toujours très sensibles aux différents traitements ; les CL<sub>50</sub> sont respectivement de 0,04 µl/l et de 0,17 µl/l lorsque les œufs sont exposés pendant 24 heures au MITC (méthylisotiocyanate) ou au Me<sub>2</sub>S<sub>2</sub> (disulfure de diméthyle) (composés soufrés). Cette forte activité ovicide s'exprime en présence de l'huile de *Cedrus nedrus* et d'*O. basilicum*. En revanche, l'huile de *Cedrus schoenanthus* a une action ovicide plus limitée puisqu'une concentration de 2,5 µl/l est nécessaire pour tuer 80 % des œufs (HIGNARD, 1998).

TUNÇ et al. (2000) ont mis en évidence une activité insecticide de plusieurs huiles essentielles, comme celle de l'*Eucalyptus camaldulensis* sur les œufs de *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera : Pyralidae) et *T. confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae).

L'effet des huiles essentielles de 5 espèces végétales, le poivrier (*Pipper nigrum* L), l'Annona (*Annona reticulata* L.), le Neem (*A. indica* A.jus), le chilli (*Capsicum annum* L.) et le citronnier (*Citrus limon* L) sur l'ovoposition, l'émergence des adultes et leur mortalité chez *C. maculatus* ont été étudiés ; lorsque les graines de niébé sont traitées avec la poudre d'*A. indica* un effet très significatif a été observé sur l'ovoposition de *C. maculatus* (37 % de réduction), 39 % de réduction de la ponte ont été obtenus avec *Annona reticulata*, à la dose de 0,2 g après 48 h de traitement.

*A. indica* a causé une réduction de l'émergence des adultes de *C. maculatus* de 20,3 % avec 0,2 g après 30 jours de traitement (RAJAPAKSE, 1998).

Les huiles essentielles d'*O. basilicum* et d'*O. gratissimum* inhibent d'une manière très significative l'éclosion des œufs, qui a été réduite à un taux de 3 % avec *O. basilicum* et à 15 % avec *O. gratissimum*, en comparaison avec le test témoin dont le taux est de 95 %.

Une protection totale a été observée à long terme, après 3 mois, à la dose de 400 µl (KEÏTA et al, 2001).

#### 1.4- Effet des huiles essentielles sur l'émergence des adultes

Les tests effectués montrent que les différentes huiles essentielles exercent une activité larvicide très hautement significative avec l'augmentation de la dose.

L'effet des huiles essentielles sur la viabilité des larves a été estimé par le nombre d'individus émergents de la première génération ; dans le test témoin, le nombre d'individus émergents varie de 458 à 724. Un effet larvicide a été enregistré à partir de la dose 5 µl/ 50g (fig. 25 et 26).

Les adultes de *C. maculatus*, mis en contact avec les graines de niébé, ont été exposés aux huiles essentielles de *Mentha arvensis*, de *M. piperita*, de *M. spicata* et de *Cymbopogon nardus* ; le nombre d'œufs pondus, la mortalité des adultes, l'émergence et les dommages causés sur les graines ont été étudiés durant 4 mois, toutes les huiles essentielles ont significativement influencé les différents paramètres ( $p < 0,05$ ) ; la toxicité de ces substances naturelles est classée par ordre décroissant comme suit: *M. spicata* > *M. piperita* > *M. arvensis* > *C. nardus* (RAJA et al, 2001).

Les huiles essentielles d'*O. basilicum* et d'*O. gratissimum* inhibent d'une manière très significative l'émergence des adultes qui a été réduite à 0 et 4 %, respectivement (KEÏTA et al, 2001).

Aucun adulte n'a émergé des graines traitées avec les huiles essentielles de cannelle, de niaouli, de *Salvia* avec la concentration de 10 µl; à la dose 20 µl, aucune émergence n'a été observée pour toutes les huiles testées (KELOUCHE et al., 2010).

#### 1.5- Effet sur la perte en poids et la capacité germinative des graines de *V. unguiculata*

Nos résultats montrent que les différentes huiles testées ont une action très hautement significative sur la réduction des pertes en poids des graines exposées aux bruches, en fonction des doses et des huiles essentielles (fig. 27 et 28).

La faculté germinative des graines de niébé traitées avec les huiles essentielles, à partir de 10 µl /50g, est très élevée, étant donné que l'émergence des adultes de *C. maculatus* est faible

dans les lots témoins. On remarque nettement, qu'en augmentant la dose, la faculté germinative augmente (fig. 29 et 30).

Les tests de germination ont conclu qu'il n'existe aucun effet significatif sur la germination des graines de *V. unguiculata*, en effet, 88 % de germination ont été obtenus après 5 jours, pour les graines traitées avec la poudre aromatisé mélangée aux huiles essentielles citées plus haut (KEÏTA et al., 2001).

## 2. Tests d'inhalation

### 2.1 Effet des huiles essentielles sur la mortalité des adultes

Les résultats obtenus (Figure 31 et 32) montrent nettement que toutes les huiles essentielles testées ont révélé un effet très hautement significatif sur la mortalité des adultes de *C. maculatus*, au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par certains auteurs qui ont mis en évidence l'efficacité de nombreuses huiles essentielles.

C'est ainsi que la toxicité par fumigation de l'huile essentielle des feuilles sèches de pseudo *Vitex negundo*-(Hauskn) Hand-Mzz a été évaluée contre les adultes âgés de 24 h chez *T. castaneum* (Herbst) et *Sarocladium oryzae* ; différentes concentrations, allant de 37,0 à 925,9 pi / l d'air, et différents temps d'exposition (1-30 h) ont été testés.

Les résultats ont démontré que la mortalité augmente avec l'allongement du temps d'exposition ainsi qu'avec l'augmentation de la concentration. A des concentrations supérieures à 185,2 pi / l d'air, la mortalité enregistrée dépasse 50 % après 10 h, et atteint 100% après 12 à 16 h. L'analyse des probits des données a démontré que *S. oryzae* ( $CL_{50} = 31,96$  pi / l d'air) a été plus sensible que *T. castaneum* ( $CL_{50} = 47,27$  pi / l d'air). Ces résultats ont montré que l'huile essentielle de *V. pseudo-negundo* pourrait être applicable à la gestion des populations d'insectes des denrées stockées (SAHAF, 2008).

Les huiles essentielles de citronnelle, du girofle et du citron se sont révélées également significativement toxiques vis-à-vis de *C. maculatus* et se rangent selon l'ordre décroissant de toxicité suivant : Girofle, citronnelle, citron ; toutefois des mortalités significatives s'observent dès qu'il y'a un contact direct avec une huile, par contre les tests par inhalation semblent être moins efficace (LALE, 1991).

L'effet de l'eugénol par fumigation, appliqué sur les feuilles de papier filtre, s'est révélé très toxique vis-à-vis des *S. granarius*, *S. zeamais*, *T. castaneum* et *P.truncatus*.

L'eugénol s'est révélé plus efficace par contact que par fumigation, à la dose de 1 µl/kg, 100 % des bruches sont mortes après 24 heures de contact (OBENG-OFORI et REICHMUTH, 1997).

L'huile essentielle du neem (*A. indica* A. Juss.), la dose de 200 µl, a causé instantanément 100 % de mortalité chez les adultes de *C. maculatus*, 98 % de mortalité ont été obtenus après une exposition de 48 h (REDDY et SINGH, 1998).

Avec l'huile essentielle d'*O. basilicum* L. (Labiatae), à la concentration de 90 µl, 96 % de mortalité ont été obtenus chez les adultes de la bruche du niébé, après 48h d'exposition.

L'huile essentielle de *Hyptis suaveolens* (Labiatae) et celle de *Tagetes minuta* (Compositae) ont révélé un effet significatif sur l'émergence des adultes (KEĪTA et al., 2000).

A la dose de 25 µl, 80 % de mortalité ont été enregistrés pour *O. basilicum* et 70 % pour *O. gratissimum*, après 12 heures d'inhalation des bruches adultes (KEĪTA et al., 2000).

L'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng a montré une activité insecticide significative à 6,7 µl/l ( $LC_{50}=2,3$  µl/l) contre *C. maculatus*. A des concentrations supérieures à 33,3 µl/l, *C. citratus* (D.C.) Stapf., *C. nardus* (L.) Rendle, *Lippia multiflora* Moldemke, *E. citriodora* Hook. et *Diplolofium africanum* Turcz ont montré une activité insecticide significative, en effet plus de 90 % des insectes traités sont morts en 24 h. L'oviposition est aussi fortement réduite par le traitement aux huiles essentielles (KETOH et al., 2000)

KEĪTA et al. (2000) ont obtenu 99 % de mortalité sur les adultes de *C. maculatus* par fumigation avec les huiles essentielles d'*O. basilicum* après 24 heures d'exposition.

L'exposition pendant 12 heures de nouveaux adultes émergents de *C. maculatus*, à une dose de 25 µl / l, a provoqué 80 % de mortalité avec l'huile essentielle d'*O. basilicum* et 70 % avec *O. gratissimum*, avec 0 % de mortalité dans le test témoin (KEĪTA et al., 2001).

La toxicité des huiles essentielles de cardamome, de cannelle, des clous de girofle, d'eucalyptus et du neem a été testée sur l'activité biologique des adultes de *C. maculatus*.

Dans les tests par inhalations, l'huile essentielle des clous de girofle est la plus efficace dans l'induction de la mortalité des adultes, à la fois après 24 et 48 h de traitement.

Le classement de la toxicité des huiles essentielles, après 24 h de traitement, est le suivant : clous de girofle > cinnamone > cardamome > neem > eucalyptus (MAHFUZ et KHALEQUEZZAMAN, 2007).

La toxicité par fumigation de l'huile essentielle des feuilles sèches de pseudo *Vitex negundo*-(Hauskn.) a été testée sur les adultes âgés de 24 h de *T. castaneum* (Herbst) et de *S. oryzae*. La mortalité des adultes a été évaluée à différentes concentrations allant de 37,0 à 925,9 µl / l d'air et différents temps d'exposition (1-30 h).

Les résultats ont démontré que la mortalité a augmenté avec la concentration et le temps d'exposition. À des concentrations supérieures à 185,2 pi / l d'air, la mortalité a été supérieure à 50 % après 10 h, et atteint 100% après 12 h. L'analyse des probits des données a démontré que *S. oryzae* ( $CL_{50} = 31,96$  pi / l d'air) a été plus sensible que *T. castaneum* ( $CL_{50} = 47,27$  pi / l d'air). L'utilisation de l'huile essentielle de *V. pseudo-negundo* a été suggérée pour le contrôle des populations d'insectes des denrées stockées (SAHAF et MOHARRAMIPOUR, 2008).

L'huile essentielle de *M. pipeta* et de *S. officinalis* sont les plus toxiques vis-à-vis de *C. maculatus* par fumigation, à la concentration de 10 et 15  $\mu$ l/l, respectivement ; la mortalité atteint les 100 % après 24 h d'exposition à la dose de 20  $\mu$ l/l, ce résultat a été obtenu quelque- soit la durée d'exposition (KELOUCHE et al., 2010).

## 2.2- Effet des huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de *C. maculatus*

Les résultats obtenus dans la figure 33 et 34 montrent que toutes les huiles essentielles testées ont révélé un effet très hautement significatif sur le taux des œufs éclos de *C. maculatus*, au fur et à mesure que les doses et le temps d'exposition augmentent.

Une inhibition de 32 % de l'éclosion des œufs de *C. maculatus* a été obtenue avec 200  $\mu$ l, comparé à 84 % d'éclosion du test témoin. La même dose, à 6 h d'exposition, a donné 62,67 et 72,67 % de mortalité, respectivement pour les larves de 12 et 15 jours. Une mortalité totale (100 %) des larves (de 12 et 15 jours) a été obtenue à la dose de 100  $\mu$ l, après une exposition de 12 h (REDDY et al., 1998).

Les huiles essentielles extraites par hydrodistillation de deux plantes aromatiques de l'Afrique occidentale, *Melaleuca quinquenervia* (L.) et *O. gratissimum* (L.) ont été testées par fumigation à différentes concentrations sur la forme non voilière de *C. maculatus* Fab. Ces huiles présentent une activité insecticide et entraînent, chez les femelles de *C. maculatus*, une réduction très significative de la ponte, par rapport à celles des lots témoins. L'huile essentielle de *M. qinquenervia* (L.), avec une  $CL_{50} = 3,09$   $\mu$ l/l, semble plus efficace que celle de *O. gratissimum* (L.) (SERI-KOUASSI et al., 2004).

## 2.3- Effet des huiles essentielles sur le développement larvaire de *C. maculatus*

Les résultats obtenus dans les figures 35 et 36 montrent qu'il existe un effet dose pour les huiles essentielles testées, les meilleurs résultats ont été obtenus à la dose 40  $\mu$ l/l, par ailleurs, nous remarquons que les larves de 18 jours résistent plus que les larves de 12 jours lorsque elles sont exposées à la même dose.

L'activité insecticide de *Satureia hortensis*, de *Thymus serpyllum* et de *Creticum Origanum* a été testée sur les chenilles de la noctuelle du tabac, *Spodoptera litura*, une mortalité de 90 % a été observée, après 24h d'exposition, à une dose de 100  $\mu$ g/larve. La  $DL_{50}$

de l'huile essentielle de *S. hortensis* (48,4 µg) est comparable à celle *Thymus vulgaris* (46,9 µg).

Le thymol, le carvacrol, les monoterpénoïdes et les phénols, les principaux constituants des huiles d'espèces *Thymus* et *Satureia*, expliquent vraisemblablement l'action insecticide (ISMAN *et al.*, 2001).

L'huile essentielle de *M. arvensis*, de *M. citrata* et de *M. spicata* ainsi que leurs fractions riches en menthone, menthol, linalool, linalyl acetate, menthofuran, limonene et l-carvone ont été testées, afin de connaître leur effet toxique par inhalation contre *T. castaneum* et *C. maculatus*.

La toxicité par contact et l'inhibition de la croissance des adultes et du développement larvaire de *T. castanum* ont été mises en évidence. Le menthol s'est révélé le plus toxique par inhalation. Les huiles essentielles de *M. arvensis*, de *M. cirta*, de *M. piperita* et de *M. spicata* possèdent un effet toxique contre les adultes de *C. maculatus* et de *T. castanum*.

Lorsque les graines contenant des larves de *C. maculatus* sont exposées aux composés soufrés ou terpéniques, l'effet des traitements dépend du stade de développement. En effet, les larves L<sub>2</sub> sont plus sensibles aux traitements que les larves L<sub>4</sub> ou les nymphes. Ainsi, lorsque des graines contenant des larves sont exposées à 5 µl/l d'huile essentielle d'*O. basilicum*, la mortalité est de 95 % chez les larves L<sub>2</sub> et seulement de 12 % chez les L<sub>4</sub>. A l'intérieur des graines, les larves sont beaucoup moins affectées par les traitements avec les huiles essentielles que par le traitement avec le Me<sub>2</sub>S<sub>2</sub>. Une concentration de 5 µl/l de Me<sub>2</sub> S<sub>2</sub> provoque 100 % de mortalité après 24 heures d'exposition. En revanche, les taux de mortalité restent inférieurs à 20 %, après une exposition de 72 heures à une dose de 15 µl/l d'huile essentielle.

On peut supposer que la graine freinerait la pénétration des composés présents dans l'atmosphère du flacon et les larves ne seraient exposées qu'à de faibles concentrations de substance insecticide à l'intérieur des galeries. Il est possible également que les larves possèdent des systèmes de détoxification des composés soufrés ou terpéniques ingérés (HIGNARD, 1998).

### 3- Tests de répulsivité

Les résultats obtenus dans tableau 24 mettent en évidence un effet dose pour les sept huiles essentielles testées. Le thym, l'origan et le basilic ont montré une activité plus marquée (très répulsive) par rapport aux autres huiles essentielles.

AGARWAL *et al.*, (2001) ont démontré la toxicité et l'effet répulsif du 1,8 cinéole contre *C. maculatus*, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera : Bostrychidae) et *Sarocladium oryzae*. Ce chimiotype s'est révélé répulsif avec un taux de répulsivité variant de 65 % à 74 %, vis-à-vis de ces trois insectes ravageurs, à la dose 4 µl/ml après 01 heure d'exposition. Ce terpène s'est révélé très toxique par fumigation contre les coléoptères cités plus haut.

Il ressort, qu'après deux heures d'exposition, les différentes doses de l'huile essentielle des feuilles de *Callistemon viminalis* (de 0,031 à 0,251  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ) ont occasionné une répulsion dont le taux varie de 36,6 à 80% vis-à-vis des adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose (NDOMO *et al.*, 2009).

Par ailleurs, l'activité répulsive de sept huiles essentielles isolées de plantes aromatiques cultivées en Colombie, dont les principaux composants sont des monoterpènes oxygénés et des composés phénoliques, a été évaluée contre *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) en utilisant la méthode des choix multiples. Six huiles essentielles ont montré une activité répulsive dont *Lippia organoides* est la plus active. *E. citriodora* et *Tagetes lucida* ont également été répulsives à des doses comprises entre 0,063 et 0,503  $\text{ml}/\text{cm}^2$  (NERIO *et al.*, 2009).

D'autres auteurs ont testé la repulsivité de nombreuses autres huiles essentielles comme celles de *Cinnamomum zeylanicum* et d'*Eucalyptus citriodora* qui se sont révélées très répulsives, avec des taux respectifs de 90 % et 86,6 % (classe IV). *S. officinalis*, *M. pipereta*, *C. mendurensis* et *M. vidiflora* se sont montrées répulsives vis-à-vis de *C. maculatus*. Les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, de *Myrtus communis*, de *Pogostemon cablin* et de *Cupressus sempervirens* ont été modérément repulsives (classe III) (KELOUCHE *et al.*, 2010).

# Conclusion

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que les sept huiles essentielles testées ont une bonne activité biologique à l'égard de la bruche de niébé *C. maculatus*.

En effet, elles réduisent la durée de vie d'une part et affectent les différents paramètres biologiques (la fécondité, le développement embryonnaire et larvaire) de ce ravageur.

Dans les tests par contact, il ressort que toutes les huiles essentielles entraînent une mortalité des adultes, inhibent la ponte des œufs et réduisent les taux de viabilité embryonnaire et post-embryonnaire.

Dans l'ensemble des tests par contact le thym, les clous de girofle, le bois d'inde et l'eucalyptus semblent être les plus efficaces dans la lutte contre *C. maculatus*.

L'effet le plus marqué de ces huiles essentielles est observé avec l'eucalyptus et le thym, qui inhibent complètement la ponte des œufs de *C. maculatus*, à la dose de 10 µl/50 g.

Le myrte est l'huile essentielle la moins efficace dans les tests par contact.

Par ailleurs, les pertes en poids des graines traitées avec les sept huiles essentielles sont négligeables, le taux de préservation du poids dépasse les 90 % à partir d'une dose de 10 µl/50g et un taux de germination élevé étant donné que l'émergence des adultes est restée faible.

Ces substances peuvent donc assurer une bonne protection des graines de *V. unguiculata*.

Lors des tests par inhalation, nous avons constaté que toutes les huiles essentielles testées ont révélé un effet insecticide très hautement significatif sur la durée de vie des adultes de *C. maculatus*, excepté le basilic dont l'effet est faible avec la plus forte dose (20 µl/l) et la durée de traitement la plus longue (96h).

Toutes les huiles essentielles ont eu un effet très significative dans la réduction de l'éclosion des œufs, l'effet le plus marqué est observé avec les clous de girofle avec un taux d'éclosion de 0,8 %.

Les traitements par inhalation ont également révélé que les huiles essentielles du myrte, d'eucalyptus, de l'origan et des clous de girofle sont les plus toxiques vis-à-vis des larves de *C. maculatus*, avec 100 % de mortalité chez les jeunes larves de 12 jours exposées au myrte à la dose de 40 µl/l. Dans ces tests nous avons remarqué que les larves plus âgées (18 jours) résistent mieux aux traitements que les jeunes larves de 12 jours.

Les tests de répulsivité montrent que le thym, l'origan et le basilic ont une activité plus marquée par rapport aux autres huiles essentielles.

Les résultats obtenus nous montrent que les substances naturelles utilisées ont une bonne action insecticide à l'égard de la bruche de niébé, leur toxicité varie selon le type du test effectué (contact, inhalation ou répulsivité), et selon le paramètre biologique visé; il est donc très intéressant de poursuivre ces travaux en mettant en évidence l'action synergique de ces huiles essentielles dans la lutte contre la bruche de niébé et d'autres insectes ravageurs des grains stockés.

# Références Bibliographiques

## Références Bibliographiques

---

**ADEOTI R. O., COULIBALY et TAMO M., 2002-** Facteurs affectant l'adoption des nouvelles technologies du niébé *Vigna unguiculata* en Afrique de l'Ouest. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. (N° 36), 18 p.

**AGARWAL M., WALIA S., DHINGRA S. et KHAMBAJ B. P. S., 2001-** Insect growth inhibition, antifeedant and antifungal activity against *Spilosoma obliqua* and *Rhizoctonia solani*. *Pest Manag. Sci.*, vol 57: 289-300.

**AÏTCHEDJI C. C., COULIBALY O et QUENUM B. Y., 2002-** Rentabilité financière et économique des technologies améliorées de production du niébé. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. (N° 37), 18 p.

**ALABI O. Y., ODEBIYI J. A et TAMO M., 2004-** Effect of host plant resistance in some cowpea (*Vigna unguiculata* {L.} Walp.) Cultivars on growth and developmental parameters of the flower bud thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom), *Crop Protection* vol 23: 83-88.

**ANNONYME 1, 2008 :** <http://www.websters-online-dictionary.org/definitions/Vigna>.

**ANNONYME 2, 2007 :** [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Eucalyptus\\_smithii.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Eucalyptus_smithii.jpg).

**ANNONYME 3, 2007 :** <http://blog.mailasail.com/beezonez/302>.

**ANNONYME 4, 2004: USDA., 2004-** USDA national nutrient database for standard reference, release 17. [Internet] U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory, Beltsville Md, United States. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>. Accessed December 2004.

**APPERT J., 1992-** le stockage des produits vivriers et semenciers. Premier volume : Dégât, pertes et moyens de stockage. Ed. Maisonneuve et Lazrose Paris, 1-97 pp.

**ARCHANA V et JAWALI N., 2007-** Genetic variation and relatedness in *Vigna unguiculata* revealed by microsatellites, founder's day special issue, (N° 285): 190-197.

**AUZIAS D., 2007-** Madagascar, édition le petit futé, 694 p.

**BALACHOWSKY A. S., 1962-** Entomologie appliquée à l'agriculture, Tome 1 : Coléoptères. Ed Masson, Paris, p 564.

**BAMBARA D et TIEMTORE J., 2008-** Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. *TROPICULTURA*, vol 26 (n° 1) : 53-55.

**BATISH D. R., PAL SINGH H., KHOLI R. K., KAUR S., 2008-** Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest ecology and management* vol 256 : 2166-2174.

**BECK C. W and L. S. BLUMER., 2007-** Bean beetles, *Callosobruchus maculatus*, a model system for inquiry-based undergraduate laboratories. 274-283pp, in *Tested Studies for Laboratory Teaching*, Volume 28 (M.A. O'Donnell, Editor). Proceedings of the 28th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), p 403.

**BOCK B., 2009-** Tela Botanica :Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France, BDNFF vol 4 (N°02) .(<http://www.tela-botanica.org>).

## Références Bibliographiques

---

**BRITO J. P., BAPTISTUSSI R. C., FUNICHELO M., OLIVEIRA J. E. M., and BORTOLI S. A., 2006-** Effect of essential oils of *Eucalyptus spp.* under *Zabrotes subfasciatus* (Both., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) and *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) in two beans species. Bol. Sanidad Veg. Plagas., vol 32(N°4): 573-580.

**BROWN L and DOWNHOWER J.F., 1988-** *Analyses in Behavioral Ecology: A Manual of Lab and Field.* Sinauer Associates, p 194.

**CAMARA A., 2009-** lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) et *Tribolium Castaneumherbst* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, thèse doctorat en sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal, p154.

**CARLIER, V., 2006-** Herbar medicinal, 35 plantes de santé à herboriser, édition Aubanel, p 224.

**CHANDRASHEKAR K et SRINIVASA N., 2003-** Residual toxicity of selected pesticides, against two spotted spider mites *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE) infesting French bean. J. Ent. Res. 27 (N°3): 197-201.

**CHIASSON H et BELOIN N., 2007-** Les huiles essentielles, des biopesticides « Nouveau genre », *Antennae*, vol. 14, (N° 1) : 3-6.

**CSEKE L. J., LU C. R., KORNFELD A., KAUFMAN P. B., KIRAKOSYAN A., WARBER S. L., DUKE J. A et BRIELMANN H. L., 1999-** natural products from plants, How and why these compounds are synthesized by plants, edition taylor et francis, 2<sup>ème</sup> edition. P 611.

**DECELLE J., 1981-** Bruchidae related to grain legumes in the Afro - Tropical Area. Series Entomologica, (Vol 19) : 193-197.

**DELOBEL A et TRAN M., 1993-** Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, Paris, p 424.

**DJOSSOU J., 2006-** Etude des possibilités d'utilisations des formulations à base de fruits secs de *Xylopia aethiopica* Dunal (Annonaceae) pour la protection des stocks de niébé contre *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae), Master complémentaire, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique, p 70.

**DON-PEDRO K., 1995-** Fumigant toxicity of Citruspeel Oils against adult and immature stages of storage insect pests. Pestic. Sci, (vol 47): 213-223.

**DOUMMA A., LIMAN A. I., TOUDOU A., ALZOUMA I., 2006-** Comportement de vingt variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) vis-à-vis de *Bruchidius atrolineatus* (Pic) et *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). Cahiers Agricultures vol. 15, (n° 2): 187-193.

**F.A.O., 2005-** FAO stat database. Site internet : <http://www.fao.org/statistic>.

**F.A.O, 1990-** Protein quality evaluation. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture :4-3.

## Références Bibliographiques

---

- FEI H., GUO-NA Z and JIN-JUN W., 2009-** Scanning electron microscopy studies of antennal sensilla of bruchid beetles, *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Micron*, vol 40 : 320-326.
- GBOLADE A. A and ADEBAYO T. A., 1994 -** Protection of stored cowpea from *Callosobruchus maculatus* using plants products. *Insect Sci. Appl.* Vol 15: 185–189.
- GERMOSEN-ROBINEAU L., 1999-** Pharmacopée caribéenne, édition Tramil, p 493.
- GOERGEN G., 2005-** Petit manuel d'identification des principaux ravageurs des denrées stockées en Afrique de l'ouest, l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Benin. 20 p.
- HIGNARD J., 1998-** lutte biologique contre les Bruchidae, ravageurs du niébé en Afrique de l'ouest, rapport soumise a la commission européenne STD-3 (1992-1995), publier par CTA. p142.
- HOFFMANN A., 1945-** Faune de France- Coléoptères Bruchides et Anthribides. Ed Pierre André, Paris, p 187.
- ISMAN, M.B., WAN A. J. and PASSREITER C.M., 2001-** Insecticidal activity of essential oils to the tobacco cutworm, *Spodoptera littura*. *Fitoterapia* vol 72: 65-68.
- KARUNGI J., ADIPALA E., NAMPALA P., OGENGA-LATIGO M. W and KYAMANYWA S., 2000-** Pest management in cowpea. Part 3. Quantifying the effect of cowpea field pests on grain yields in eastern Uganda, *Crop Protection* vol 19: 343-347.
- KAWECKHI T. J., 1995-** Adaptative plasticity of egg size in response to competition in the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), *Oecologia* vol 102: 81-85.
- KELLOUCHE A. et SOLTANI N., 2004-** Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.) *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 24, (N° 01): 184-191.
- KELLOUCHE A., 2005 -** Etude de la bruche du poi-chiche, *Callosobruchus muculatus* (F) (COLEOPTERA : BRUCHIDAE) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, p154.
- KELLOUCHE A., AIT-AIDER F., LABDAOUI K., MOULA D., OUENDI K., HAMADI N., OURAMDANE A., FREROT B et MELLOUK M., 2010-** Biological activity of ten essential oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae), *Int. J. Integ. Biol.*, 2010, vol 10(N°2): 86-89.
- KETOH G. K., GLITHO A. I., KOUMAGLO K. H et GARNEAU F. X., 2000-** Evaluation of Essential Oils from six Aromatic Plants in Togo for *Callosobruchus maculatus* F. *Pest Control, Insect Science. applic.* Vol 20 (N° 01): 45-49.
- KÉÏTA S. M., VINCENT C., SCHMIT J.-P., RAMASWAMY S. and BÉLANGER A. 2000-** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) [Coleoptera: Bruchidae]. *J. Stored Prod. Res*, vol 36: 355-364.

## Références Bibliographiques

---

**KÉÏTA S. M., VINCENT C., SCHMIT J.- P and ARNASON J. T., 2001-** Insecticidal effects of *Thuja occidentalis* (Cupressaceae) essential oil on *Callosobruchus maculatus* [Coleoptera: Bruchidae], Canadian Journal of Plant Science, vol 81:(N°1): 173-177.

**KOUADIO D., ECHIKH N., TOUSSAINT A., PASQUET R. S., BAUDOIN J. P., 2007-** Organisation du pool génique de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. : Croisements entre les formes sauvages et cultivées du niébé. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* vol 11 (N°1) : 47-57.

**KOUADIO D., TOUSSAINT A., PASQUET R. S., BAUDOIN J P., 2006-** Barrières pré-zygotiques chez les hybrides entre formes sauvages du niébé, *Vigna unguilata* (L.) Walp. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol 10 (N° 1) : 33-41.

**LALE N. E. S., 1991-** The biological effects of three essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *J. African Zool.*, vol 105: 357-362.

**LALE N.E.S and Vidal S., 2003-** Simulation studies on the effects of solar heat on egg-laying, development and survival of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic) in stored bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. *J. Stored Prod. Res.*, vol 39: 447-458.

**LUCCHESI M. E., 2005-**Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles, thèse doctorat en science, université de la réunion, p 121.

**MADAMBA R., GRUBBEN G. J. H., ASANTE I. K et AKROMAH R., 2006-** *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: Brink, M. & Belay, G. (Editeurs). PROTA 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Pays Bas. <http://database.prota.org>

**MAHFUZI. et KHALEQUZZAMAN M., 2007-** Contact and Fumigant Toxicity of Essential Oils against *Callosobruchus maculatus*. *University Journal of Zoology, Rajshahi university*, vol 26: 63-66.

**MALLAMAIRE A., 1962-** Les Bruches des légumineuses au Sénégal. Communiqué présenté au 2<sup>e</sup> congrès des spécialistes des denrées emmagasiné. CCTA, Freetown.p 8.

**MBATA G., REICHMUTH C., OFUYA T., 1996-** A comparative study on the toxicity of carbon dioxide to the developmental stages of *Callosobruchus maculatus* ( Fab.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic), postharvest biology and Technology, vol 7: 271-276.

**NDOMO A., NGAMO L., TAPONDJOU L., TCHOUANGUEP F., et HANCE T., 2008-** Insecticidal effects of the powdery formulation based on clay and essential oil from leaves of *Clausena anisata* (Willd) J.D. ex. Benth (Rutaceae) against *Acanthoscelides obtectus* (Say) Hook.

**NERIO L., OLIVERO-VERBEL J. et STASHENKO E., 2009.** Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *J. Stored Prod. Res.*, vol 45(N°3): 212-214.

**NGAMO L. S. T et HANCE TH., 2007-** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *TROPICULTURA*, vol 25 (n°4): 215-220.

## Références Bibliographiques

---

- LEPESME P., 1944-** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés, Paris, ed lechevalier, p 335.
- LUCCHESI M. E., 2005-**Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles, thèse doctorat en science, université de la réunion, p 121.
- OBENG-OFORI D., REICHMUTH C., BEKELE A. et HASSANALI A., 1998.** Toxicity and protectant potential of camphor, a major component of essential oil of *Ocimum kilimandscharicum* against four stored product beetles. *Int. J. Pest Manage.*, vol 44(N°4): 203-209.
- OFUYA T. I., 1990-** Oviposition deterrence and ovicidal properties of some plant powders against *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds, *J. Agric. Sci.*, vol 115: 343-345.
- OGBUINYA P. O., 1997-** Advances in Cowpea Research. *Biotech. Develop. Monitor.* Vol 33 : p1012 .
- OUEDRAOGO P. A., 1991-** Le déterminisme du polymorphisme imaginal chez *Callosobruchus maculatus* (FAB), coléoptère bruchidae. Son importance sur la biologie des populations de ce bruchidae, Thèse nouveau doctorat, Université de Tours, France, 117p.
- OUEDRAOGO E., 2004-** L'utilisation des insecticides naturels dans la protection des cultures au Burkina Faso. *Communication faite au CTR de l'INERA Di.* 20-22 déc. 2004 Ouagadougou CEAS, 56 p. *in.* BAMBARA D et TIEMTORE J., 2008- Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. *TROPICULTURA*, vol 26 (N° 1), 53-55 pp.
- PASQUET R. S., 1999-** Genetic relationship among subspecies of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Based on allozyme variation. *Theor. Appl. Genet.* Vol 98 : 1104-1119.
- PEMONGE J., PASCUAL-VILLALOBOS M. J et RENAULT-ROGER C., 1997-** effects of material and extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. against the stored product pests *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored prod. Res.* Vol 33, (N° 3) : 209-217.
- PESSON P et LOUVEAUX J., 1984-** Pollinisation et productions végétales, édition INRA, p 663.
- PROST P. J., 1996-** Botanique, ses applications agricoles. T1. Ed. Balière et fils, p 328.
- RAJA N., ALBERT S., LIGNACIMITHU S and DORN S., 2001-** Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L) against *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *J. Stored Prod. Res.* Vol 37 (N°2): 127-132.
- RAJAPAKSE, R. H. S., SENANAYAKAE, S. G. J. N. et RATNASEKERA, D. 1998-** Effect of five botanicals on oviposition, adult emergence and mortality of *Callosobruchus maculatus* Fabr. (Coleoptera: Bruchidae). *J. Ent. Res.* Vol 22 (N°2): 1-6.
- REDDY A. V et SINGH R. P., 1998-** Fumigant toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil volatiles against pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Col.,Bruchidae), *J Appl. Ent.* vol 122: 607-611.

## Références Bibliographiques

---

**REGNAULT-ROGER, C., PHILOGENE B. J. R et VINCENT C., 2008-** Biopesticides d'origine végétale, 2<sup>ème</sup> édition, Lavoisier, Paris ed : p 550.

**SAHAF B. Z., MOHARRAMIPOUR S. 2008-** Fumigant toxicity of *Carum copticum* and *Vitex pseudo-negundo* essential oils against eggs, larvae and adults of *Callosobruchus maculatus*. J. Pest Sci., vol 81(N°4): 213-220.

**SANON A., DABIRÉ C., OUEDROGO A. P et HHIGNARD J., 2005-** Field occurrence of Bruchid Pests of Cowpea and Associated Parasitoids in a Sub Humid Zone of Burkina Faso: Importance on the Infestation of two cowpea varieties at harvest, plant Pathology Journal, vol 4, (N°1): 14-20.

**SECK D., SIDIBE D., HANDRUGE E., & GASPAR C., 1991** -Protection of stores of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp at farm level: the use of different formulations of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) from Senegal. Med. Fac. Landbouwwet. Univ. Gent vol 56: 1217–1224.

**SECK, D., LONGNAY, G., HAUBRUGE, E., MARLIER, M and GASPAR, C., 1996-** Alternative protection of cowpea seeds against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) using hermetic storage or in combination with *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam ex Poir. (Capparaceae) on stored grain insects. J. Stored Prod. Res., vol 32 (N°1) : 39-44.

**SERI-KOUASSI B. P., COFFI K., ABOUA L. R. N., BEKON K. A., GLITHO A. I. , GÉRARD K., N'GUESSAN Y. T., 2004-** Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé, C. R. Chimie 7 : 1043-1046.

**SINHA U and SINHA S., 1980-** Cytogenetic, plant breeding and Evolution, india : Vikas Publishing House PVT. Ltd 2<sup>nd</sup> rev. edn, 170-193.

**SINGH M., JAYAKUMAR A and PRASAD R., 1979-** Effet of altered ergosterol content on the uptake of different amino acids in *Candida albicans* biochimica et biophysica acta vol 556: 134-140.

**SOUTHGATE B. J., 1979-** Biology of the Bruchidae. *Annual Review of Entomology* vol 24 : 449-473.

**SOLTNER D., 1990-** Les bases de la reproduction végétale. Sol, climat, plante. Ed. Lavoisier, 464 p.

**TANZUBIL P. B., 1991-** Control of some insect pests of cowpea (*Vigna unguiculata*) with neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) in northern Ghana. Tropical pest management, vol 37, (n° 3): 216-217.

**TAPONDJOU A.L., ADLER C., FONTEM D.A., BOUDA H and REICHMUTH C., 2005-** Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val, Journal of Stored Products Research Vol 41, (N° 1): 91-102.

**TEUGWA M. C., PIAM G., TANE P., AMVAM ZOLLO P. H., 2002-** Activité insecticide des extraits d'*Ageratum houstonianum*, de *Clausena anisata* et de *Croton macrostachyus* sur la bruche du niébé (*Vigna unguiculata* Walp.). FoodAfrica : 1-4.

## Références Bibliographiques

---

**TUNC, I., BERGER, B. M., ERLER, F. et DAGLI, F., 2000-** Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. J. Stored Prod. Res. 36(2): 161-168.

**UTIDA S., 1954** - Phases dimorphism observed in the laboratory population of the cowpea weevil. (*Callosobruchus maculatus*).Jap. J. of Ecol. Vol 18: 161-168.

**ZUOXIN L., JUNXIA G., ET JIUJIANG Y., 2006** - Aflatoxins in stored maize and rice grains in Liaoning Province, China. Journal of Stored Product. Research vol 42: 468-479.

## Résumé

Des graines de niébé traitées avec sept huiles essentielles, à différentes doses, ont été exposées aux adultes de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae), dans les conditions de laboratoire, afin d'évaluer leurs effets sur certains paramètres biologiques de ce grand ravageur des grains stockés.

L'analyse des résultats des tests réalisés révèle que les traitements avec les huiles essentielles affectent de façon très significative la durée de vie, la fécondité, l'éclosion des œufs et l'émergence des adultes de la bruche du niébé.

Dans l'ensemble des tests par contact, le thym, les clous de girofle, le bois d'inde et l'eucalyptus semblent être les plus efficaces dans la lutte contre *C. maculatus*.

Lors des tests par inhalation, nous avons constaté que toutes les huiles essentielles testées ont révélé un effet insecticide très hautement significatif sur la durée de vie des bruches adultes.

Les tests de répulsivité ont également révélé que le thym, l'origan et le basilic ont une activité répulsive plus marquée par rapport aux autres huiles essentielles.

Les résultats obtenus nous montrent que les huiles essentielles utilisées ont une bonne action insecticide à l'égard de la bruche de niébé, leur toxicité varie selon le type de test (contact, inhalation ou répulsivité), et selon le paramètre biologique visé, il est donc très utile de poursuivre ces travaux pour mettre en évidence l'action synergique de ces substances naturelles dans la lutte contre ce ravageur.

**Mots clés:** activité biologique, huile essentielle, *Callosobruchus maculatus*, *Vigna unguiculata*, efficacité.

## Abstract

Cowpea seeds treated with seven essential oils were exposed to adults of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), in laboratory conditions to evaluate their effects on biological parameters of this major stored grains pest.

Analysis of test results with essential oils reveals that the treatments affect very significantly the life span, fecundity, egg hatch and adult emergence of the cowpea weevil.

All the contact tests with thyme, cloves, West Indies and eucalyptus appear to be most effective in the control of *C. maculatus*.

When tested by inhalation, we found that all essential oils tested have revealed a very highly significant insecticidal effect on the lifespan of *C. maculatus* adults.

Repellency tests show that the thyme, oregano and basil essential oils have a stronger repellent activity against the cowpea weevil than other natural substances.

The results obtained shows that the essential oils used have a high insecticidal activity against the cowpea weevil, toxicity varies with the type of test performed (contact, inhalation or repellent), and according to the biological parameter under. It is therefore very useful to continue this work by demonstrating the synergistic action of these essential oils in the fight against this pest.

**Keywords:** biological activity, essential oil, *Callosobruchus maculatus*, *Vigna unguiculata*, efficiency.