

# Effet d'une exposition prolongée de *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae), ravageur du niébé, aux huiles essentielles extraites de quatre plantes aromatiques du Burkina Faso

---

Zakaria ILBOUDO<sup>1\*</sup>, Fernand SANKARA<sup>2</sup>, Clémentine DABIRÉ-BINSO<sup>3</sup>,  
Roger Charles Honorat NÉBIÉ<sup>4</sup>, Antoine SANON<sup>1</sup>

## Résumé

Les effets des huiles essentielles à long terme sur les ravageurs ne sont pas bien connus. Cette étude vise à évaluer la sensibilité et le potentiel biotique de *Callosobruchus maculatus* soumis à une exposition prolongée aux huiles essentielles de quatre plantes aromatiques au Burkina Faso (*Ocimum americanum*, *Lippia multiflora*, *Hyptis spicigera* et *Hyptis suaveolens*). Ainsi, des souches ont été isolées à l'issue de huit générations successives dont tous les stades à l'exception des adultes se sont développés au contact des huiles essentielles. Les adultes issus de ces souches ont subi des tests de sensibilité mesurée respectivement après trois, six, douze et vingt-quatre heures d'exposition aux huiles essentielles. Une dose de vingt microlitres d'huile a été appliquée en présence de dix couples d'insectes à l'intérieur d'un bocal en verre d'un litre qui est aussitôt hermétiquement refermé. Aussi, des couples issus des différents traitements ont servi à la détermination des traits de vie en comparaisons des insectes provenant de la souche témoin. Les résultats indiquent que la sensibilité des insectes n'est pas modifiée par une exposition prolongée aux huiles essentielles. En effet, on note 100 % de mortalité en 24 heures pour 3 traitements et le témoin. Il en est de même pour les paramètres biodémographiques. La conservation du niébé avec les huiles essentielles représente donc une alternative aux insecticides chimiques de synthèse.

**Mots-clés :** Huiles essentielles, *Callosobruchus maculatus*, bruche, stockage, activité biologique

## Effect of a prolonged exposure of the cowpea pest *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchinae) to essential oils extracted from four aromatic plants of Burkina Faso

### Abstract

Long-term effects of essential oils on crop pests are not well known. This study aims at assessing the susceptibility and the biotic potential of *Callosobruchus maculatus* submitted to a prolonged exposure to essential oils of four aromatic plants of Burkina Faso (*Ocimum americanum*, *Lippia multiflora*, *Hyptis spicigera*

---

<sup>1</sup> Université Ouaga I Professeur Joseph Ki-Zerbo, UFR-SVT, 06 BP 9499, Ouagadougou 06 Burkina Faso

<sup>2</sup> Laboratoire des Systèmes Naturels, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Houet, Burkina Faso

<sup>3</sup> Laboratoire d'Entomologie Agricole de Kamboinsé, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 476, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>4</sup> Institut de Recherches en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), Burkina Faso

\*Auteur correspondant : Zakaria Ilboudo, il\_zakaria@yahoo.fr, tel : +22676563170

et *Hyptis suaveolens*). Strains of this pest were isolated after eight successive generations exposed at all the stages (except adults) to essential oils. Adults from these strains were tested for susceptibility respectively after three, six, twelve and twenty four hours of exposure to essential oils. A dose of twenty micro-liters of oil was applied in the presence of ten couples of insects inside a glass jar of a liter which was closed immediately hermetically. Couples issued from the treatments were used for the determination of the life traits in comparison to control insects. The results show that the susceptibility of insects is not modified by a prolonged exposure to essential oils. Indeed, we note 100 % of mortality in 24 hours for 3 treatments and the control. It's the same for the biodemographic parameters. Thus the conservation of the cow-pea seeds with essential oils represents an alternative to chemical insecticides.

**Keywords:** Essential oils, *Callosobruchus maculatus*, bruchidae, storage, biological activity

## Introduction

Au Burkina Faso, la production du niébé a été de 598 525 tonnes en 2013 soit une hausse de 29,5 % par rapport à la moyenne quinquennale (DGPSA, 2013). Cette importante légumineuse est soumise aux attaques du coléoptère *Callosobruchus maculatus*, qui occasionne des dégâts très importants pendant le stockage. Lorsqu'aucune mesure de protection n'est prise, ces insectes peuvent entraîner la destruction complète des stocks de niébé au bout de quelques mois de conservation et les pertes sont estimées à plus de 800 g/kg après sept mois de stockage (Ouédraogo *et al.*, 1996).

Dans l'optique de proposer un procédé de lutte efficace et écologique contre cette bruche comme alternative en lieu et place des produits chimiques de synthèse, l'action insecticide et/ou insectifuge de certaines plantes aromatiques est souvent mentionnée dans la littérature (Boeke *et al.*, 2004). En outre, des essais de toxicité conduits en laboratoire avec les huiles essentielles rapportent des toxicités variables en fonction des huiles essentielles utilisées, des espèces de ravageurs en présence mais surtout du stade de développement concerné par les tests (Ketoh, 1998 ; Keita *et al.*, 2001 ; Raja *et al.*, 2001 ; Belmain *et al.*, 2001 ; Murdock *et al.*, 2003 ; Seri-Kouassi *et al.*, 2004 ; Kellouche et Soltani, 2004 ; Sanon *et al.*, 2006). Les stades internes, protégés par le tégument des graines sont moins affectés par les traitements (Dugravot *et al.*, 2002 ; Sanon *et al.*, 2002).

Un des obstacles à la lutte contre les déprédateurs des denrées stockées est le développement de la résistance des insectes aux produits insecticides. En effet, selon Metcalf (1994), plus de 500 espèces ont développé une résistance contre les pesticides de synthèse. En effet, sous la pression exercée par les insecticides, les insectes traités sont capables de développer des phénomènes de résistance qui pourraient se traduire par la mise en place de stratégies d'évitement des substrats de développement traités. Les phénomènes de résistance impliquent aussi fréquemment, l'intervention d'un mécanisme physiologique par l'élaboration d'enzymes de détoxification ou de séquestration des molécules toxiques pour les rendre inactives, d'où une meilleure survie et une bonne reproduction de l'insecte (Feschotte et Mouchès, 2000 ; Nyamador, 2009).

La mise au point de produits à activité insecticide, quoique d'origine naturelle, devrait donc aussi prendre en compte l'analyse de leurs effets sur les nuisibles à court, moyen ou long terme afin de réduire ou éviter la survenue de cas de résistance. Les conséquences à moyen et long terme de traitements répétés à base d'huiles essentielles sur les insectes ne sont pas connues avec précision. Les effets de tels traitements sur la sensibilité et le comportement reproducteur de

*Callosobruchus maculatus* ont ainsi été examinés. Dans ce travail, nous avons voulu comprendre le devenir d'insectes qui se seraient développés en situation de contact permanent avec les huiles essentielles. Pour ce faire, la sensibilité et les performances démographiques des descendants d'insectes exposés pendant huit (8) générations aux huiles essentielles extraites de quatre (4) plantes aromatiques du Burkina Faso ont été comparées à celles d'insectes n'ayant subi aucun traitement.

## Matériel et méthodes

### Matériel

#### Origine des graines de niébé utilisées pour les élevages et les expérimentations

Les graines de niébé, *Vigna unguiculata* Walp. utilisées appartiennent à la variété « Moussa local », une variété locale cultivée en région centrale du Burkina Faso. Ces graines proviennent directement des champs après la récolte et n'ont pas subi de traitement à base d'insecticides. Elles ont d'abord été triées afin d'écartier celles portant des trous d'émergence de bruches ou des pontes avant d'être placées au congélateur à -18°C jusqu'au moment des tests, pour inhiber toute infestation provenant des champs et aussi éviter toute infestation ultérieure au laboratoire. Les graines ayant fait un séjour d'au moins une semaine au congélateur sont considérées comme saines et peuvent être utilisées pour les expérimentations et les élevages.

#### Origine et élevages de *Callosobruchus maculatus*

Les adultes de *C. maculatus* utilisés dans notre étude proviennent d'une souche obtenue d'insectes émergeant de récoltes de niébé dans la région de Ouagadougou et maintenue au Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée depuis Octobre 2003. Les élevages consistent à isoler régulièrement, 50 couples d'insectes nouvellement émergés et à les placer dans des boîtes rectangulaires en plexiglas (L = 17 cm ; l = 11 cm et h = 4 cm) contenant 200 grammes de graines saines de niébé. Après un séjour de 48 heures, les insectes sont retirés et les graines sont mises en incubation sur les paillasses. A l'émergence, les descendants sont utilisés soit pour des tests soit pour infester des graines selon le même protocole afin de perpétuer la souche.

#### Les plantes aromatiques utilisées pour l'extraction des huiles essentielles

Trois espèces de Labiaceae, *Ocimum americanum* Sims, *Hyptis suaveolens* Poit. et *Hyptis spicigera* Lam. et d'une Verbenaceae, *Lippia multiflora* Moldenke, connues au Burkina Faso surtout pour leurs vertus médicinales (Nacoulma, 1996) ont été récoltées dans la localité de Ouagadougou (Kamboinsé et Gampèla) en novembre 2008. A l'exception de *Lippia multiflora*, les trois autres sont aussi exploitées pour leurs propriétés insecticides par les paysans en protection des stocks de niébé et/ou dans les maisons pour la protection contre les moustiques.

### Méthodes

#### Détermination du rendement des huiles essentielles

Au moment de la pleine floraison, les quatre plantes ont été récoltées entières, à l'exception des racines. Les échantillons de plantes ainsi récoltées ont été soumis à un séchage sous serre à l'abri du soleil pendant 72 heures avant l'extraction des huiles essentielles.

Pour obtenir les huiles essentielles, les échantillons de plantes ont subi une hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger pendant 3 heures. Les huiles essentielles obtenues ont été séchées à l'aide du sulfate de sodium anhydre à 5 % puis gardées au réfrigérateur (à -4°C).

Le rendement a été déterminé à partir du rapport de la quantité d'huile recueillie du cumul de 3 distillations sur la quantité de la matière sèche utilisée. Il est exprimé en pourcentage. Sa formule est :

$$r (\%) = \frac{\text{Quantité d'huile essentielle recueillie (g)}}{\text{Quantité de matière végétale utilisée (g)}} \times 100$$

### **Isolement des insectes exposés aux huiles essentielles pendant huit générations : les souches traitées (ST)**

Des traitements ciblés avec chacune des 4 huiles essentielles ont été effectués sur les œufs, les larves L1/L2, les larves L3/L4 et les nymphes au cours des générations successives. Ces traitements ont permis d'obtenir au bout de huit (8) générations des insectes ayant une expérience avec ces huiles. Le traitement a consisté à constituer quatre lots de 200 grammes de graines saines de niébé dans des boîtes d'élevage (L = 17 cm ; l = 11 cm et h = 4 cm) puis à les infester avec 50 couples de *C. maculatus* âgés d'au plus 2 jours. Vingt quatre (24) heures après, la ponte ayant lieu, les insectes sont retirés et les graines sont mises en incubation. Lorsque le développement atteint le stade approprié, chaque lot de graines est retiré et placé dans un bocal en verre d'un litre de contenance. Chaque bocal reçoit une dose de 10 µl d'une seule huile essentielle à la fois, déposée sur du papier filtre collée à la paroi supérieure interne du bocal. Après Vingt quatre (24h) de contact, les graines sont retirées et replacées dans les boîtes d'élevage pour la poursuite du développement. Lorsque le traitement s'effectue entièrement sur tous les stades de développement (œufs, L1/L2, L3/L4 et nymphes) de l'insecte au cours d'une même génération, il n'y a aucune émergence d'insectes adultes. Ainsi, seul un stade est traité à la fois à chaque génération. Lorsque les larves évoluant dans ces graines atteignent le stade L1/L2, on applique encore l'huile essentielle et la même procédure est utilisée pour en cibler les larves L3/L4 et les nymphes. Au total il y a eu 2 traitements sur les œufs frais, à la première et à la cinquième génération ; 2 traitements sur les L1/L2, à la deuxième et à la sixième génération ; 2 traitements sur les L3/L4, à la troisième et à la septième génération et enfin 2 traitements sur les nymphes, à la quatrième et à la huitième génération. Les insectes qui ont émergé à l'issue des 8 générations constituent la souche traitée (ST). Les insectes n'ayant pas été exposés aux huiles essentielles constituent la souche non traitée (SNT) ou témoin.

### **Etude comparée de la sensibilité aux huiles essentielles des insectes des souches traitées (ST) et des insectes de la souche non traitée (SNT)**

Deux (2) lots constitués de cinquante grammes (50 g) de graines saines de niébé placés dans des bocaux en verre de 1 litre de contenance ont été réalisés. Chaque lot est constitué de quatre (4) traitements représentant les quatre (4) huiles essentielles et un témoin sans huile essentielle a été établi en parallèle. Chaque lot reçoit dix (10) couples de *C. maculatus* de l'une ou de l'autre souche. Chaque bocal reçoit une application de 20 µl d'huile essentielle avant d'être hermétiquement refermé. Il y a eu quatre (4) répétitions. Les bocaux sont ouverts pour déterminer la mortalité des insectes après trois (3), six (6), douze (12) et vingt quatre (24) heures d'exposition.

Cette mortalité a été exprimée selon la formule d'Abbott (1925) :

$$M (\%) = \frac{\text{Mortalité dans le traitement} - \text{Mortalité dans le témoin}}{100 - \text{Mortalité dans le témoin}} \times 100$$

### Etude comparée des traits d'histoire de vie des insectes des souches traitées (ST) et des insectes de la souche non traitée (SNT)

Dix (10) couples d'insectes nouvellement émergés ont été prélevés des souches traitées et de la souche non traitée et placés séparément dans une boîte de Pétri en présence de dix (10) graines saines renouvelées quotidiennement jusqu'à la mort des individus. Le nombre d'œufs déposés sur les graines était déterminé après la mort des individus, suivi de l'observation des éclosions sept (7) jours après. Après le décompte des œufs éclos, les graines étaient conservées jusqu'à la fin des émergences, puis les descendants étaient dénombrés et sexés. A la fin de l'expérimentation, les traits d'histoire de vie tels que la durée de vie des femelles, la fécondité, le taux de survie larvaire (émergences) ainsi que la durée de développement ont été déterminés afin de calculer le taux intrinsèque d'accroissement naturel conformément à la formule de Howe's (1953) simplifiée par Boeke *et al.* (2004) :

$$r_m = \ln x / (t + 0,5p)$$

$r_m$  : Taux intrinsèque d'accroissement naturel ;

$x$  : Nombre d'insectes émergents ;

$t$  : Durée du développement ;

$p$  : durée de vie des femelles.

### Analyse statistique

Les données obtenues ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel SAS version 8 PROC GLM, 2001 suivie s'il en était besoin du test PLSD de Fisher au seuil de probabilité de 5% pour la séparation des moyennes statistiquement significatives.

## Résultats

### Le rendement des huiles essentielles

Le rendement de toutes les huiles essentielles utilisées est faible et varie de 0,26 à 1,5 % pour respectivement *Hyptis spicigera*, moins riche en huile essentielle et *Lippia multiflora*, plus riche en huile essentielle (tableau I).

**Tableau I.** Le rendement des huiles essentielles

Espèces végétales	Rendement (%)
<i>Ocimum americanum</i>	0,76
<i>Hyptis suaveolens</i>	0,23
<i>Lippia multiflora</i>	1,50
<i>Hyptis spicigera</i>	0,26

## La sensibilité aux huiles essentielles des insectes des souches traitées (ST) et des insectes de la souche non traitée (SNT)

La sensibilité des insectes est la même pour les adultes issus des souches traitées (ST) que pour ceux provenant de la souche non traitée (SNT) lorsqu'on considère la même huile essentielle pendant la même durée d'exposition. Il semble y avoir un lien entre la sensibilité des insectes aux huiles et la durée d'exposition. En effet, la mortalité des insectes issus des deux types de souches augmente avec la durée d'exposition à l'exception d'*O. americanum*, qui entraîne une mortalité absolue à partir de douze (12) heures d'exposition.

L'efficacité des huiles vis-à-vis des deux types de souches est maximale et maintenue pour les huiles (*O. americanum*, *H. suaveolens* et *H. spicigera*) en 24 heures d'exposition (100 % de mortalité), sauf *L. multiflora* qui exhibe un faible taux de mortalité même après 24 heures (tableau II). L'activité biologique des huiles essentielles ne semble donc pas altérer la sensibilité de *C. maculatus* ayant subi la pression de ces huiles pendant huit (8) générations successives.

**Tableau II.** Taux de mortalité des insectes de la souche non traitée (SNT) et des souches traitées (ST) en fonction de la durée d'exposition aux quatre huiles essentielles

Huiles essentielles	Souches	Durée d'exposition			
		3h	6h	12h	24h
<i>O. americanum</i>	ST	78,75 ± 8,53 a	91,25 ± 2,5 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
	SNT	88,75 ± 8,53 a	97,5 ± 2,8 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
<i>H. suaveolens</i>	ST	25 ± 9,12 b	45,5 ± 16,5 b	87,5 ± 8,6 b	100 ± 0 a
	SNT	28,75 ± 12,5 b	55 ± 8,16 c	86,25 ± 8,5 b	100 ± 0 a
<i>L. multiflora</i>	ST	1,25 ± 0 c	2,5 ± 5 d	26,25 ± 4,7 c	43,75 ± 14,3 b
	SNT	0 ± 0 c	3,75 ± 2,5 d	31,25 ± 8,5 c	51,25 ± 11,0 b
<i>H. spicigera</i>	ST	0 ± 0 c	8,75 ± 6,2 d	55 ± 8,16 d	100 ± 0 a
	SNT	1,25 ± 2,5 c	12,5 ± 6,4 d	61,25 ± 10,3 d	100 ± 0 a

Les moyennes dans la même colonne suivies de lettres alphabétiques identiques ne diffèrent pas statistiquement (Test PLSD de Fisher  $p < 0.05$ ).

## Les traits d'histoire de vie des insectes des souches traitées (ST) et des insectes de la souche non traitée (SNT)

Le tableau III montre que la durée de vie des femelles est identique d'une souche traitée à une autre et ne diffère pas de celle de la souche non traitée. Il en est de même pour la durée de développement des insectes et le taux de survie larvaire. Cette même tendance est observée pour le nombre d'œufs pondus par les femelles, sauf pour les femelles de la souche traitée avec *H. spicigera*, où il n'y a pas de différence significative (Test PLSD de Fisher  $p < 0.05$ ) avec la souche non traitée (tableau III).

**Tableau III.** Traits d'histoire de vie des insectes de la souche non traitée (SNT) et des insectes des souches traitées (ST) aux quatre huiles essentielles

Souches	Traitées (ST)				Non traitée (SNT)
	<i>O. americanum</i>	<i>H. suaveolens</i>	<i>L. multiflora</i>	<i>H. spicigera</i>	Témoin
DV femelles (jours)	6,5 ± 2,3 a	6 ± 0,81 a	6 ± 0,81 a	6 ± 0 a	7 ± 0,81 a
Nb d'œufs pondus	170 ± 27,3 a	165,6 ± 14,3 a	173,7 ± 9,5 a	228,7 ± 15,8 ab	264,3 ± 19,2 b
Nb insectes émergés	122,5 ± 12,4 a	142,5 ± 19,7 a	137 ± 78,4 a	195,5 ± 10 b	190 ± 3,5 b
DD (jours)	20,3 ± 2,06 a	19,6 ± 3,1 a	22,03 ± 0,9 a	21,1 ± 1,4 a	20,5 ± 0,2 a
TS larvaire (%)	73,3 ± 6,6 a	79,7 ± 3,7 a	78,7 ± 3,9 a	64,08 ± 18,2 a	68,6 ± 14,04 a
$r_m$ (/jours)	1,65 ± 0,31 a	1,83 ± 0,4 a	1,70 ± 0,27 a	2,08 ± 0,16 b	2,07 ± 0,11 b

Les moyennes dans la même ligne suivies de lettres alphabétiques identiques ne diffèrent pas statistiquement (Test PLSD de Fisher  $p < 0,05$ ). DV : Durée de vie ; DD : Durée de développement ; TS : Taux de survie ; Nb : Nombre

Le taux intrinsèque d'accroissement naturel ( $r_m$ ) estimé à partir des traits d'histoire de vie des insectes provenant des différentes souches montre que les insectes des souches traitées à base de l'huile essentielle de *O. americanum*, de *L. multiflora* et de *H. suaveolens* diffèrent de ceux issus de la souche non traitée qui ne présente cependant pas de différence avec la souche traitée par *H. spicigera*. La particularité de *H. spicigera* résulte certainement du nombre d'œufs pondus qui est plus élevé par rapport aux souches traitées. Cette différence entraîne des répercussions sur le nombre d'insectes émergés et par ricochet sur le taux intrinsèque d'accroissement naturel.

Il est donc fondé de penser que tout comme la sensibilité, les paramètres biologiques de *C. maculatus* ne sont pas modifiés par une exposition de l'insecte aux huiles essentielles pendant huit (8) générations successives.

## Discussion

Le rendement de toutes les huiles essentielles testées est faible. En général, les rendements des huiles essentielles sont faibles et proches de nos résultats. En effet, des études antérieures ont déterminé des rendements de 0,23 % pour *Hyptis suaveolens* (Adjou *et al.*, 2013) et se 1,78 % pour *Ocimum canum* (Yayi-Ladekan *et al.*, 2012).

Les taux de mortalité observés sont très élevés après 24 heures d'exposition. Des résultats similaires ont été mentionnés chez d'autres auteurs ayant travaillé sur des insectes différents. Ainsi, une mortalité de 70 % sur *Sitophilus zeamais* a été révélée après 12 heures d'exposition à la dose de 25  $\mu$ l de *Hyptis spicigera* (Othira *et al.*, 2009). De même, 98 % de mortalité a été obtenue sur *Aphis gossypii* après 24 heures d'exposition à 10  $\mu$ l d'*Ocimum canum* (Pikassalé *et al.*, 2011).

L'observation de la sensibilité des adultes issus de l'exposition aux huiles essentielles pendant huit (8) générations n'a pas permis dans nos conditions expérimentales de noter une différence de sensibilité avec ceux n'ayant pas été exposés à ces huiles essentielles.

Le nombre d'œufs pondus, plus élevé observé avec les femelles exposées à l'huile de *H. spicigera* ne semble pas avoir un lien avec l'exposition à l'huile. Auquel cas, on assisterait à une diminution du nombre d'œufs pondus et non à l'inverse. En effet, la perturbation de la physiologie des insectes induite par les huiles essentielles a souvent été rapportée. Ainsi, la rétention des ovocytes dans les oviductes inhiberait le contrôle du système gonadotrope sur la libération de l'hormone de ponte (Séri-Kouassi, 2004).

A ce stade de la discussion, la question essentielle que nous nous posons est de savoir si l'exposition de *C. maculatus* pendant huit (8) générations successives aux huiles essentielles était susceptible d'induire l'apparition d'une résistance. Des études ont révélé qu'une souche d'*Acanthoscelides obtectus* isolée seulement après 8 générations a pu développer une résistance vis-à-vis de l'huile essentielle de la lavande. Dans ce cas, les femelles de la souche résistante présentaient un degré de résistance 8 fois supérieur à celles de la souche sensible et les mâles de la souche résistante, un degré de résistance 4 fois supérieur à ceux de la souche sensible (Papachristos et Stamopoulos, 2003). Selon Sawicky (1987), pour avoir une résistance, il faut une perte de sensibilité envers l'insecticide. Dans notre cas, le fait que la sensibilité des insectes aux huiles essentielles soit maintenue sur les insectes isolés des souches soumises à la pression de ces mêmes huiles est un avantage qui milite en faveur de leur promotion dans la conservation post-récolte des denrées alimentaires contre les ravageurs. Dans les limites de nos conditions expérimentales, nous ne pouvons donc pas parler de résistance dans la mesure où les descendants obtenus des souches traitées ne présentent ni une meilleure survie, ni une meilleure fitness par rapport à ceux de la souche non traitée. D'autres auteurs travaillant avec le malathion, ont signalé que de 17 à 37 générations sont nécessaires à l'installation de la résistance (Assié *et al.*, 2007).

Ainsi, la possibilité de survenue d'une résistance des bruches aux huiles essentielles n'est pas à exclure à long terme quand on sait que 16 générations par an peuvent se succéder comme cela a été observé au Togo (Glitho, Com. pers.). Concernant les huiles essentielles, il convient d'approfondir les investigations sur plusieurs générations et rechercher les enzymes impliquées dans les phénomènes de résistance telles que le carboxylestérase (Cao *et al.*, 2007) ou le cytochrome P450 et le glutathion-S-transférase (Papachristos et Stamopoulos, 2003), avant de conclure sur la possibilité ou non d'engendrer la résistance dans les populations de ravageurs traités.

## Conclusion

Cette étude a démontré que lorsque les stades de *C. maculatus* se développant à l'intérieur des graines sont exposés aux huiles essentielles pendant huit générations successives, il n'apparaît pas de modifications notoires dans la sensibilité des adultes ainsi que dans leurs traits d'histoire de vie. Cependant, il est trop tôt de conclure ou de prédire l'apparition ou non d'une résistance des insectes aux huiles essentielles. Des investigations plus poussées sont donc nécessaires à la fois sur la durée d'exposition et l'analyse des enzymes intervenant dans la détoxification des substances chimiques.

## Remerciements

Les auteurs remercient le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation du Burkina Faso pour la bourse d'étude de troisième cycle accordée à l'étude à travers le CIOSPB. Ils témoignent également leur reconnaissance à M. Pierre SILVIE, Entomologiste au CIRAD pour ces observations et la révision de l'abstract.

## Références bibliographiques

- Abbott W.W., 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Adjou E.S. & Soumanou M.M., 2013.** Efficacité des extraits de plantes contre les moisissures toxigènes isolées de l'arachide. *Journal of Applied Biosciences* 70 (2013) :5555-5566.
- Assié L.K., Francisa F., Genglerb N. & Haubrugean E., 2008.** Response and genetic analysis of malathion-specific resistant *Tribolium castaneum* (Herbst) in relation to population density. *Journal of Stored Products Research* 43 (2007) 33-44.
- Belmain S.R., Neal G.E., Ray D.E. & Golob P., 2001. Insecticidal and vertebrate toxicity associated with ethnobotanicals used as post-harvest protectants in Ghana. *Food and Chemical Toxicology*, 39 (3): 287-291.
- Boeke S.J., Baumgart I.R., Van Loon J.J.A., Van Huis A., Dicke M. & Kossou D.K., 2004.** Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research* 40 (2004) 423-438.
- Cao C.W., Zhang J., Gao X.W., Liang P. & Guo H.L., 2008.** Overexpression of carboxylesterase gene associated with organophosphorous insecticide resistance in cotton aphids, *Aphis gossypii* (Glover). *Pesticide Bioch. and Physiol.* 90: 175-180.
- DGPSA, 2013.** Direction Générale de la Production et des Statistiques Agricoles (Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques), Burkina Faso. Campagne agricole 2012-2013.
- Dugravot S., Sanon A., Thibout E. & Huignard J., 2002.** Susceptibility of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to Sulphur-Containing Compounds: Consequences on Biological. *Environmental Entomology* 31 (3) : 550-557.
- Feschotte C. & Mouchès C., 2000.** Recent amplification of miniature inverted-repeat transposable elements in the vector mosquito *Culex pipiens*: characterization of the Mimo family. *Gene*, 250: 109-116.
- Howe, R.W., 1953.** The rapid determination of the intrinsic rate of increase of an insect population. *Ann. Appl. Biol.* 40, 134-151
- Ketoh K., 1998.** Utilisation des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques du Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus*. Thèse de Doctorat, Université du Bénin, Lomé (Togo), 141p..
- Keita S.M., Vincent C., Schmidt J.P., Arnason J.T., & Belanger A., 2001.** Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 37 (4): 339-349.
- Kellouche A. & Soltani N., 2004.** Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.). *International Journal of Tropical Insect Science*, 24 (1): 184-191.
- Metcalf R.L., 1994.** Insecticides in pest management. In "Metcalf R.L. et Luckmann W.H., 1994. *Introduction to insect pest management*, 3<sup>e</sup> édition; Wiley, New York, 245-314.
- Murdock L.L., Seck D., Ntoukam G., Kitch L., & Shade R.E., 2003.** Preservation of cowpea grain in sub-Saharan African-Bean/Cowpea CRSP contributions. *Field Crops Research*, 82 (2-3): 169-178.
- Nacoulma O.G., 1996.** Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso. Cas du plateau central. Thèse d'Etat, Univ. Ouaga, Tome I, 320 p., Tome II, 261 p.
- Nyamador S.W., 2009.** Influence des traitements à base d'huiles essentielles sur les capacités de reproduction de *Callosobruchus subinnotatus* Pic. et de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) : mécanisme d'action de l'huile essentielle de *Cymbopogon giganteus* Chiov. Thèse de Doctorat, Univ. Lomé, Togo, 174 p.

- Othira J.O., Orek L.A., Deng L.A. & Omolo E.O., 2009.** Insecticidal potency of *Hyptis spicigera* preparations against *Sitophilus zeamais* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) on stored maize grains. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (3):187-192.
- Ouédraogo P.A., Sou S., Sanon A., Monge J.P., Huignard J., Tran M.D. & Credland P.F., 1996.** Influence of temperature and humidity on populations of *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two zones of Burkina Faso. *Bull. of Entom. Res.*, 86: 695-702.
- Papachristos D.P. & Stamopoulos D.C., 2003.** Selection of *Acanthoscelides obtectus* (Say) for resistance to lavender essential oil vapour. *Journal of Stored Products Research* 39: 433–441.
- Akantetou P. K., Koba K., Nenonene A.Y., Poutouli W.P., Raynaud C. & Sanda K., 2011.** Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera :Aphidae) au Togo. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences* 5 (4) : 1491-1500.
- Raja N., Albert S., Ignacimuthu S. & Dorn S., 2001.** Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *Journal of Stored Products Research*, 37 (2): 127 132.
- Sanon A., Garba M., Auger J. & Huignard J., 2002.** Analysis of the insecticidal activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environ. Entomol.*, 38: 129-138.
- Sanon A., Ilboudo Z., Dabiré B.L.C., Nébié C.H R., Dicko O.I., & Monge J-P., 2006.** Effects of *Hyptis spicigera* Lam. (Labiatae) on the behaviour and development of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae), a pest of stored cowpeas. *International Journal of Pest Management*, 52 (2): 117-123.
- Sawicky R.M., 1987.** *Definition, detection and documentation of insecticide resistance*. In: “ Combating resistance to xenobiotics”, Ford M.G., Holloman D.W., Khambay B.P.S. & Sawicki R.M. (Eds), Ellis Horwood, Chicester, UK, pp. 105-117.
- Seri-Kouassi B.P., Kanko K., Aboua L.R.N., Bekon K.A., Glitho A.I., Koukoua G. & N'Guessan Y.T., 2004.** Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F., 2004. *Comptes Rendus Chimie*, 7, 1043-1046.
- Yayi-Ladekan E., Kpoviessi S.S.D., Gbaguidi F., Kpadonou-Kpoviessi B.G.H., Gbénou J.D., Jolival C., Moudachirou M., Accrombessi G.C. & Quetin-Leclercq J., 2012.** Variation diurne de la composition chimique et influence sur les propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle d'*Ocimum canum* Sims cultivée au Bénin. *Phytothérapie*, 10 (2012) 229-237. DOI 10.1007/s10298-0715-4