

## Effet insecticide, anti-appétant et répulsif des extraits aqueux de quatre plantes locales sur les adultes de *O. mutabilis* Sahlberg (Coleoptera : Chrysomelidae) au sud de la Côte d'Ivoire

Christian Landry OSSEY<sup>1\*</sup>, Louis Roi Nondenot ABOUA<sup>1</sup>, Djè Kevin Christian TANO<sup>2</sup>,  
Apie Nadège Marina ASSI<sup>1</sup> et Adagba OBODJI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, UFR Biosciences, Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, UFR Agroforesterie et Environnement, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

---

\* Correspondance, courriel : [osseychristianlandry@yahoo.fr](mailto:osseychristianlandry@yahoo.fr)

### Résumé

Ce travail a été entrepris dans l'objectif d'étudier la bioactivité des extraits aqueux de quatre plantes (*Cymbopogon citratus*, *Jatropha curcas*, *Azadirachta indica* et *Ricinus communis*) sur les adultes de *Ootheca mutabilis*, principal ravageur de la culture du niébé (*Vigna unguiculata*), au sud de la Côte d'Ivoire. L'effet insecticide a été étudié en pulvérisant les extraits à des concentrations variées et du Cypercal (insecticide chimique de référence) sur des plants de niébé et adultes se trouvant sous des cages recouvertes de mousseline. L'effet anti-appétant et répulsif ont été évalué par bioessai en utilisant respectivement des tests de sans choix et de choix. Les résultats ont montré que les concentrations létales (CL<sub>50</sub>) de l'extrait aqueux de capsules de graines de *R. communis* ont été les plus faibles. Le Cypercal a induit le taux de mortalité le plus élevé. L'extrait de feuilles de *A. indica* et celui des capsules de graines de *R. communis*, avec des taux de mortalité compris entre 70 et 85 % à partir de 70 g/L soixante douze heures après traitement, ont été les plus efficaces parmi les extraits. Ces deux extraits ont provoqué des taux anti-appétant compris entre 96 et 98 %. Ces taux ont aussi élevé que celui induit par le Cypercal (99 %). L'extrait aqueux de feuilles de *A. indica* a été le plus répulsif parmi les extraits. L'extrait aqueux de feuilles de *A. indica* et celui des capsules de graines de *R. communis* à la concentration de 70 g/L pourraient être utilisés pour contrôler la population de *O. mutabilis*.

**Mots-clés :** *Vigna unguiculata*, *Ootheca mutabilis*, bioactivité, extraits aqueux de plante.

### Abstract

**Insecticidal, antifeedant and repellent effect of aqueous extracts of four local plants on adults of *O. mutabilis* Sahlberg (Coleoptera : Chrysomelidae) in south of Côte d'Ivoire**

This work was undertaken to study the bioactivity of aqueous extracts of four plants (*Cymbopogon citratus*, *Jatropha curcas*, *Azadirachta indica* and *Ricinus communis*) on adults of *O. mutabilis*, major pest of cowpea (*Vigna unguiculata*), in south of Côte d'Ivoire. The insecticidal effect was studied by spraying the extracts in various concentrations and Cypercal (chemical insecticide) on cowpea plants and adult under muslin-covered cages. The antifeedant and repellent effect were evaluated by bioassays using respectively no-choice and

choice tests. The results showed that the lethal concentration ( $LC_{50}$ ) of the aqueous extract of *R. communis* seed capsule were the lowest. Cypercal induced the highest mortality rate. The aqueous extract of *A. indica* leaves and of the *R. Communis* seed capsule, with mortality rates ranging from 70 to 85 % from 70 g/L seventy-two hours after treatment, were the most effective among the extracts. These two extracts induced antifeedant rates ranging from 96 to 98 %. These rates were as high as that induced by Cypercal (99%). The extract aqueous of *A. indica* leaves was the most repellent. The aqueous extract of the *A. indica* leaves and of the *R. communis* seed capsule at the concentration of 70 g/L could be used for integrated pest management against *O. mutabilis*.

**Keywords :** *Cowpea, Ootheca mutabilis, bioactivity, aqueous extract of plant.*

## 1. Introduction

Le niébé, *Vigna unguiculata*(L.) Walp., est l'une des principales légumineuses cultivées dans plusieurs régions du monde [1]. C'est une culture qui fournit de la nourriture à l'homme, au bétail et est capable de générer des sources de revenus importantes aux agriculteurs et aux commerçants [2]. Cette légumineuse constitue un bon précédent cultural en raison de sa capacité d'aider à restaurer la fertilité des sols en l'enrichissant en azote [3]. Malheureusement, sa culture est attaquée par de nombreux insectes qui représentent la contrainte majeure à la production du niébé en Afrique de l'Ouest [4]. Les dégâts peuvent atteindre 80-100 %, en l'absence d'une lutte efficace [5]. Parmi ces déprédateurs, figure le défoliateur *Ootheca mutabilis* considéré comme le ravageur le plus redoutable durant le stade de préfloraison [6, 7]. Des études menées au sud de la Côte d'Ivoire en 2014 ont présenté *O. mutabilis* comme le ravageur majeur de cette culture [8]. Les méthodes utilisées pour lutter contre les insectes ravageurs du niébé en milieu paysan au plan national sont essentiellement chimiques. Malheureusement, l'utilisation massive des insecticides de synthèse entraîne la pollution de l'environnement, l'accumulation des résidus toxiques dans les fruits nuisant ainsi à la santé de l'Homme [9]. En raison des effets néfastes liés à leur utilisation abusive, il s'avère nécessaire de rechercher des méthodes de lutte efficaces sans toutefois nuire à la santé de l'homme et à l'environnement. Les pesticides à base de plantes locales pourraient constituer une alternative aux insecticides chimiques. Plusieurs essais de lutte en champ au moyen de biopesticide ont donné de bons résultats en Afrique de l'Ouest sur de nombreux insectes ravageurs du niébé [10, 11]. En Côte d'Ivoire, des travaux effectués au laboratoire ont démontré l'effet des extraits botaniques notamment des huiles essentielles à lutter contre les ravageurs post récolte du niébé, *Callosobruchus maculatus* [12 - 14]. Mais, aucune étude n'a été menée à ce jour pour évaluer l'effet des extraits aqueux des plantes contre les ravageurs de la culture du niébé. Il s'avère donc important de tester les extraits aqueux sur *O. mutabilis*, principal ravageur, au sud de la Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet insecticide, anti-appétant et répulsif des extraits aqueux de quatre plantes (*Cymbopogon citratus*, *Jatropha curcas*, *Azadirachta indica* et *Ricinus communis*) et le Cypercal sur les adultes de *O. mutabilis*.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Site d'étude

Les expérimentations portant sur l'effet insecticide ont été réalisées à Adzopé (06°10' de latitude nord puis 3°87' de longitude ouest) localité située au sud de la Côte d'Ivoire. Le climat de type subéquatorial est caractérisé par quatre saisons [15] : une grande saison sèche de décembre à mars ; une grande saison de pluies, d'avril à mi-juillet ; une petite saison sèche, de mi-juillet à mi-septembre ; une petite saison de pluies,

de mi-septembre à novembre. La période d'étude s'est étendue d'octobre 2015 à mai 2016 à des températures moyennes oscillant entre 26,9 et 29,2 °C, des humidités relatives (H.R.) comprises entre 74,4 et 85,6 % et une pluviométrie de 871,10 mm. Les essais concernant l'effet anti-appétant et répulsif des extraits aqueux ont été menés au sein du laboratoire de l'Institut de l'Hygiène Publique d'Abidjan à  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  et  $75 \pm 5\%$  H.R.

## 2-2. Dispositif expérimental et mise en place des cultures

La parcelle expérimentale, d'une superficie de 532,4 m<sup>2</sup> (24,2 x 22 m), était divisée en trois blocs distants de 2 m les uns des autres. Chaque bloc comporte 4 parcelles élémentaires mesurant chacune 5,4 m de longueur sur 3 m de largeur. Deux parcelles élémentaires consécutives sont séparées de 2 m. Sur chaque parcelle élémentaire, les semis sont disposés sur 6 lignes de 5,4 m de longueur, séparées les unes des autres de 0,6 m. Les semis sont faits en poquets distants de 0,6 m également. Chaque poquet reçoit 2 ou 3 graines de niébé.

## 2-3. Préparation des extraits aqueux et de l'insecticide chimique

Le protocole de préparation utilisé a été celui de [16]. Les feuilles et des graines de *Jatropha curcas*, de *Ricinus communis*, de *Azadirachta indica* de *Cymbopogon citratus* ont été récoltées dans la localité d'Adzopé. Les capsules des graines de *Jatropha curcas*, de *Ricinus communis* et de coques des amandes de *Azadirachta indica* ont été prélevées. Ces organes ont été séchés à l'ombre (à l'abri du soleil) pendant trois à quatre semaines. Les feuilles, les capsules et les coques ont été ensuite broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à leur réduction en poudre. Une quantité de 100 g de poudre obtenue par type d'organe de chaque espèce de plante a été diluée dans 200 ml d'eau distillée. L'ensemble (poudre plus eau distillée) a été ensuite homogénéisé dans le mixeur pendant dix minutes. Le mélange obtenu a été ensuite filtré à l'aide de la mousseline. Deux autres filtrations ont été effectuées respectivement avec du papier Whatman (3 MM) et à l'aide d'un entonnoir contenant à l'intérieur du coton hydrophile. Le produit obtenu de ces trois filtrations a été mis dans des assiettes melam, puis concentré par évaporation dans une étuve réglée à 50 °C pendant 48 heures, jusqu'à l'obtention d'un résidu sec. Le résidu sec obtenu par type d'organe de chaque espèce de plante a permis de préparer cinq concentrations d'extraits aqueux : 10 g / L ; 30 g / L ; 50 g / L ; 70 g / L et 90 g/L. L'insecticide chimique utilisé est le Cypercal (50 EC, AF-CHEM SOFACO, Côte d'Ivoire). C'est un concentré émulsionnable à 50 g de matière active de Cyperméthrine (C<sub>22</sub>H<sub>19</sub>Cl<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>) par litre. La dose recommandée est de 40 mL dans 15 L d'eau.

## 2-4. Étude de l'effet insecticide des extraits aqueux sur les adultes de *O. mutabilis*

Des infestations contrôlées ont été effectuées dans des cages afin d'obtenir des adultes sur lesquelles seront réalisés les traitements. Vingt couples, dont des femelles en activité de ponte ont été placés sur les feuilles de deux plants de niébé recouvert d'une cage, de forme parallélépipédique de dimensions 50 x 50 x 100 cm, recouverte de mousseline. Cinq jours après, les insectes sont retirés. Les plants au pied desquels des œufs ont été pondus ont été recouverts par des cages. Un suivi journalier a été effectué jusqu'à l'émergence des adultes. Trente (30) adultes par sexe, mâles et femelles, ont été capturés avec des boîtes cylindriques le 18<sup>ème</sup> jour après leur émergence, puis ils ont été placés sur une dizaine de feuilles d'un plant de niébé recouvert d'une cage de dimensions 25 x 25 x 50 cm. Deux jours plus tard, à l'aide de pulvérisateurs à mains de marque Shogun, le plant de niébé et adultes se trouvant sous une cage recouverte de mousseline ont été traités avec les extraits aqueux et le Cypercal. Trois répétitions ont été faites par concentration et par extrait aqueux de plante. Les insectes morts ont été dénombrés 24 et 72 heures après le traitement. Pour chaque concentration des différents extraits aqueux de plante, les taux de mortalité (*M*) ont été calculés : **Équation (1)**

$$M = \frac{\text{Nombre d'insectes morts}}{\text{Nombre total d'insectes}} \times 100 \quad (1)$$

Les taux de mortalité ( $M_c$ ) obtenus ont été ensuite corrigés par la formule d'Abott [17]. **Équation (2)**

$$M_c = \frac{M_o - M_t}{100 - M_t} \times 100 \quad (2)$$

$M_o$  étant le taux de mortalité observé dans l'essai et  $M_t$  le taux de mortalité observé dans le témoin.

La concentration létale 50 ou  $CL_{50}$  est celle qui provoque la mort de 50 % d'une population d'insectes traités au bout de 24 heures. Elle a été déterminée pour chaque extrait aqueux de plante.

## 2-5. Étude de l'effet anti-appétant des extraits aqueux et du Cypercal

Des feuilles saines et fraîches de niébé ont été découpées en rondelle de 50 mm de diamètre. Une des rondelles considérées comme témoin n'a reçu aucun traitement. Les autres rondelles ont été traitées chacune avec la concentration minimale efficace des différents extraits aqueux de plante. Une rondelle a été traitée avec l'insecticide chimique à la dose recommandée. Les deux faces de chaque rondelle de feuilles ont été traitées pendant 10 secondes. Après séchage à l'air pendant 1 heure, la rondelle de feuille a été placée sur du papier filtre dans un bocal en verre. Puis, un adulte mâle ou femelle a été soigneusement placé dans le bocal qui a été ensuite recouvert de mousseline pour l'aération et empêcher l'insecte de s'échapper. Quarante-huit heures après, la rondelle de feuille a été récupérée et la surface foliaire consommée par l'insecte a été mesurée en se servant de papier millimétré et exprimée en  $mm^2$ . L'effet anti-appétant ( $Ta$ ) a été calculé à l'aide de l'**Équation (3)** [18, 19] :

$$Ta = [(Ct - Ce) / Ct] \times 100 \quad (3)$$

$Ct$  étant la surface foliaire consommée dans le témoin et  $Ce$  la surface foliaire consommée dans l'essai. Pour le témoin, l'insecticide chimique et les extraits aqueux de plante, trente répétitions ont été faites.

## 2-6. Étude de l'effet répulsif des extraits aqueux et du Cypercal

Les tests ont été effectués dans des bassines circulaires à fond plat (30 cm de diamètre et 5 cm de haut) avec leurs bases divisées en quatre portions égales [20, 21]. Dans chaque bassine, quatre lots de trois rondelles de feuilles de niébé dont deux lots traités et deux non traités ont été disposés de façon alternée dans les portions et placés de façon équidistante par rapport au centre de la base circulaire. Le sommet de la bassine a été ensuite recouvert de mousseline. Trente adultes de *O. mutabilis* ont été libérés au centre de la bassine par une ouverture de 5 cm et qui a été ensuite refermé avec du ruban adhésif après le dépôt du dernier insecte. Le nombre total d'insectes dans les différentes portions a été déterminé 1, 3, 5 et 24 heures plus tard. Puis, les taux de répulsion ( $PR$ ) ont été calculés selon la formule proposée par [22] : **Équation (4)**

$$PR = [(Nc - Nt) \times 100 / (Nc + Nt)] \quad (4)$$

$Nc$  étant le nombre total de *O. mutabilis* se trouvant dans les deux portions où étaient placés les deux lots de rondelles de feuilles de niébé non traitées et  $Nt$  celui des deux autres portions où étaient disposés les lots de rondelles de feuilles traitées.

Trois répétitions ont été effectuées pour chaque extrait. Les taux de répulsion moyens obtenus ont été classés en fonction des cinq classes proposées par [23] :

Classe 0 (PR <0,1 %), classe I (PR = 0,1 à 20 %), classe II (PR = 20,1 à 40 %) classe III (PR = 40,1 à 60 %), classe IV (PR = 60,1 à 80 %) et classe V (PR = 80,1 à 100 %).

## 2-7. Analyses statistiques

Le traitement des données a été réalisé au moyen du logiciel Statistica version 7.1. Une analyse de variance (ANOVA) suivie du test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 % ont permis d'analyser et de comparer les taux de mortalité, anti-appétant et répulsifs induits par les extraits aqueux de plantes et le Cypercal. Les résultats du test dose-réponse sont soumis à une analyse de probit selon la méthode de [24] en utilisant le logiciel XLSTAT version 2015 pour le calcul de la concentration létale 50 (CL<sub>50</sub>).

## 3. Résultats

### 3-1. Effets des extraits aqueux sur la mortalité des adultes de *O. mutabilis* après pulvérisation

#### 3-1-1. Adultes femelles âgées de 20 jours

Les taux de mortalité ont varié de 0 à  $66,26 \pm 3,14$  % et de 0 à  $85,92 \pm 1,89$  % respectivement 24 et 72 heures après pulvérisation des différentes concentrations des extraits aqueux de plantes. La pulvérisation du Cypercal, à la dose recommandée a provoqué des taux de mortalité de  $97,70 \pm 1,15$  et  $98,81 \pm 1,15$  % respectivement vingt-quatre et soixante-douze heures après traitement. Les extraits aqueux de *Jatropha curcas*, de *Cymbopogon citratus*, des coques de graines de *Azadirachta indica* et de feuilles de *Ricinus communis* aux différentes concentrations (10 à 90 g/L) ont induit des taux de mortalité inférieurs à 50 % vingt-quatre et soixante-douze heures après traitement. Les extraits aqueux de feuilles de *A. Indica* et de capsules de graines de *R. communis* aux concentrations de 70 et 90 g/L ont entraîné des taux de mortalité supérieurs à 50 % vingt-quatre heures après traitement. Ces taux ont été de  $53,45 \pm 1,72$  (70 g/L) et  $54,60 \pm 2,51$  % (90 g/L) pour l'extrait aqueux de feuille de *A.indica* et de  $66,22 \pm 3,40$  (70 g/L) et  $66,26 \pm 3,14$  % (90 g/L) pour celui des capsules de graine de *R. communis*. Soixante-douze heures après les traitements, les taux de mortalité induits par ces deux extraits ont été supérieurs à 70 %. Ces taux ont été de  $71,76 \pm 2,09$  (70 g/L) et  $72,91 \pm 2,54$  % (90 g/L) pour les extraits aqueux de feuille de *A.indica* et de  $85,84 \pm 2,15$  (70 g/L) et  $85,92 \pm 1,89$  % (90 g/L) pour celui des capsules de graine de *R. communis*. L'analyse statistique a montré des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ( $F= 126,93$ ; ddl=36 ;  $p < 0,001$ ) et à 72 heures ( $F= 351,87$ ; ddl= 36 ;  $p < 0,001$ ) (**Tableau 1**).

**Tableau 1 : Taux de mortalité (%) à 24 et à 72 heures des adultes femelles de *O. mutabilis* âgés de 20 jours, suite à la pulvérisation par les extraits aqueux de plantes et du Cypercal**

Contrôle après traitement	Extraits aqueux de plantes	Concentrations g/L					Cypercal	Témoin
		10	30	50	70	90	0,093 g / L	
24 heures	<i>Jatropha curcas</i> feuille	11,62±1,09 hi	17,32±5,19 fgh	25,57±1,04 efg	39,53±2,99 d	39,57±2,58 d		
	<i>Jatropha curcas</i> capsule	0±0 k	0±0 k	0±0 k	05,87±2,42 ijk	07,02±2,10 jk		
	<i>Azadirachta indica</i> feuille	18,51±4,02 efgh	26,68±2,81 e	38,34±1,65 d	53,45±1,72 c	54,60±2,51 c		
	<i>Azadirachta indica</i> capsule	0±0 k	0±0 k	03,45±1,99 ijk	10,43±1,92 hij	11,58±2,22 hi	97,70±1,15 a	4,44±1,11 ijk
	<i>Ricinus communis</i> feuille	11,58±2,98 hi	17,45±2,00 fgh	25,62±1,48 efg	36,08±1,60 d	38,42±2,43 d		
	<i>Ricinus communis</i> capsule	20,94±2,01 efg	36,04±1,01 d	48,81±1,55 c	66,22±3,40 b	66,26±3,14 b		
	<i>Cymbopogon citratus</i> feuille	0±0 k	0±0 k	0±0 k	02,34±1,17 ijk	03,49±1,99 ijk		
72 heures	<i>Jatropha curcas</i> feuille	12,93±1,12 j	21,14±1,82 i	35,30±2,10 g	44,70±1,03 e	45,86±1,59 e		
	<i>Jatropha curcas</i> capsule	0±0 l	0±0 l	0±0 l	05,91±2,40 kl	07,06±2,06 k		
	<i>Azadirachta indica</i> feuille	22,33±2,25 i	28,20±1,75 h	47,09±1,53 e	71,76±2,09 c	72,91±2,54 c		
	<i>Azadirachta indica</i> capsule	0±0 l	0±0 l	04,72±1,21 kl	11,74±2,30 j	12,93±1,12 j	98,81±1,19 a	5,56±1,11 kl
	<i>Ricinus communis</i> feuille	14,08±1,89 j	21,18±0,25 i	31,73±1,72 gh	48,23±1,03 e	49,43±0,57 e		
	<i>Ricinus communis</i> capsule	22,37±1,33 i	39,98±0,70 f	57,72±3,00 d	85,84±2,17 b	85,92±1,89 b		
	<i>Cymbopogon citratus</i> feuille	0±0 l	0±0 l	0±0 l	02,38±1,19 kl	04,72±1,21 kl		

**3-1-2. Adultes mâles âgés de 20 jours**

Les taux de mortalité ont varié de 0 à  $58,87 \pm 1,85$  % et de 0 à  $84,52 \pm 1,19$  % respectivement 24 et 72 heures après pulvérisation des différentes concentrations des extraits aqueux de plantes. La pulvérisation du Cypercal à la dose recommandée a provoqué des taux de mortalité de  $95,28 \pm 1,21$  et  $98,81 \pm 1,19$  % vingt-quatre et soixante-douze heures après traitement. Les extraits aqueux de *J. curcas*, de *C. citratus*, des capsules de graines de *A. indica* et de feuille de *R. communis* aux différentes concentrations (10 à 90 g/L) ont induit des taux de mortalité inférieurs à 50 % vingt-quatre et soixante-douze heures après traitement. L'extrait aqueux de feuilles de *A. Indica* et celui des capsules de graines de *R. communis* aux concentrations de 70 et 90 g/L ont entraîné des taux de mortalité supérieurs à 50 et 70 % respectivement à 24 et 72 heures après traitement. Ces taux ont été de  $52,87 \pm 2,87$  (70 g/L) et  $54,06 \pm 2,50$  % (90 g/L) vingt-quatre heures après traitement et de  $70,24 \pm 3,15$  (70 g/L) et  $72,62 \pm 2,38$  % (90 g/L) soixante-douze heures après traitement pour l'extrait aqueux de feuille de *A.indica*. S'agissant de l'extrait des capsules de graine de *R. communis*, les taux ont été de  $57,59 \pm 2,46$  (70 g/L) et  $58,87 \pm 1,85$  % (90 g/L) vingt-quatre heures après traitement et de  $83,33 \pm 2,38$  (70 g/L) et  $84,52 \pm 1,19$  % (90 g/L) soixante-douze heures après traitement. L'analyse statistique a montré des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ( $F= 197,94$ ;  $ddl=36$  ;  $p < 0,001$ ) et à 72 heures ( $F= 228,54$ ;  $ddl= 36$  ;  $p < 0,001$ ) (**Tableau 2**).

**Tableau 2 : Taux de mortalité (%) à 24 et à 72 heures des adultes mâles de *O. mutabilis* âgés de 20 jours, suite à la pulvérisation par les extraits aqueux de plantes et du Cypercal**

Contrôle apres traitement	Extraits aqueux de plantes	Concentrations g/L					Cypercal	Témoïn
		10	30	50	70	90	0,093 g / L	
24 heures	<i>Jatropha curcas</i> feuille	10,55±1,92 mno	15,27±0,99 klm	23,56±1,44 hi	34,07±1,93 fg	34,15±1,56 fg		
	<i>Jatropha curcas</i> capsule	0±0 p	0±0 p	0±0 p	5,87± 1,15 op	10,55±1,92 mno		
	<i>Azadirachta indica</i> feuille	18,80±0,94 ijk	29,43±1,38 g	43,47±2,61 e	52,87±2,87 c	54,06±2,50 c		
	<i>Azadirachta indica</i> capsule	0±0 p	3,49±1,99 op	5,83±2,26 op	9,40±1,13 mno	12,93±1,12 lmn	95,28±1,21 a	5,56±1,11 op
	<i>Ricinus communis</i> feuille	9,40±1,13 mno	17,61±1,85 jkl	24,71±2,08 h	37,64±1,04 f	38,79±1,55 f		
	<i>Ricinus communis</i> capsule	21,18±0,25 jkl	32,96±1,41 efg	48,19±2,71 c	57,59±2,46 bc	58,87±1,85 bc		
	<i>Cymbopogon citratus</i> feuille	0±0 p	0±0 p	0±0 p	3,49± 1,99 op	5,87±1,15 op		
72 heures	<i>Jatropha curcas</i> feuille	11,90±2,38 mn	20,24±1,19 l	30,95±1,19 j	38,10±2,38 ghi	39,29±2,06 ghi		
	<i>Jatropha curcas</i> capsule	0±0 p	0±0 p	02,38±1,19 op	5,95±1,19 mnop	11,90±1,19 mn		
	<i>Azadirachta indica</i> feuille	21,43±2,06 kl	33,33±2,38 ij	51,19±1,19 e	70,24±3,15 c	72,62±2,38 c		
	<i>Azadirachta indica</i> capsule	0±0 p	5,95±3,15 mnop	7,14±2,06 mno	9,52±1,19 mno	14,29±2,06 m	98,81±1,19 a	6,67±0,00 mno
	<i>Ricinus communis</i> feuille	10,71±2,06 mn	22,62±2,38 kl	38,10±2,38 defg	45,24±1,19 efg	46,43±0,00 efg		
	<i>Ricinus communis</i> capsule	27,38±1,19 jk	41,67±2,38 fgh	58,33±4,29 d	83,33±2,38 b	84,52±1,19 b		
	<i>Cymbopogon citratus</i> feuille	0±0 p	0±0 p	0±0 p	4,76±1,19 mnop	5,95±1,19 mnop		

### 3-1-3. Taux de mortalité moyen des deux sexes confondus à 24 et 72 heures du Cypercal et aux concentrations minimales efficaces des différents extraits aqueux de plantes

Les taux de mortalité moyens induits par le Cypercal, sexes confondus, ont été de  $96,49 \pm 0,92$  et  $98,81 \pm 0,75$  % respectivement 24 et 72 heures après traitement. Ceux induits par les concentrations minimales efficaces des différents extraits ont varié de  $2,91 \pm 1,06$  à  $61,90 \pm 2,69$  % et de  $3,57 \pm 0,72$  à  $84,59 \pm 1,55$  % respectivement 24 et 72 heures après les traitements. Les extraits aqueux de feuilles de *A. indica* et de capsules de graines de *R. communis* à 70 g/L ont provoqué plus de 50 % et 70 % de taux de mortalité moyens respectivement 24 et 72 heures après traitement. Les taux de mortalité induits par les extraits de feuilles *C. citratus* (70 g/L), de feuilles de *J. curcas* (70 g/L), et capsules de graines de *J. curcas* (90 g/L), de feuilles de *R. communis* (70 g/L) et de coques de graines de *A. indica* (90 g/L) ont été inférieurs à 50 % soixante-douze heures après traitement. Les taux de mortalité provoqués 72 heures après traitement ont été supérieurs à ceux obtenus 24 heures après traitement pour les différents extraits aqueux de plantes. L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de mortalité ( $F = 501,46$ ;  $ddl = 15$ ;  $p < 0,001$ ) (Figure 1).

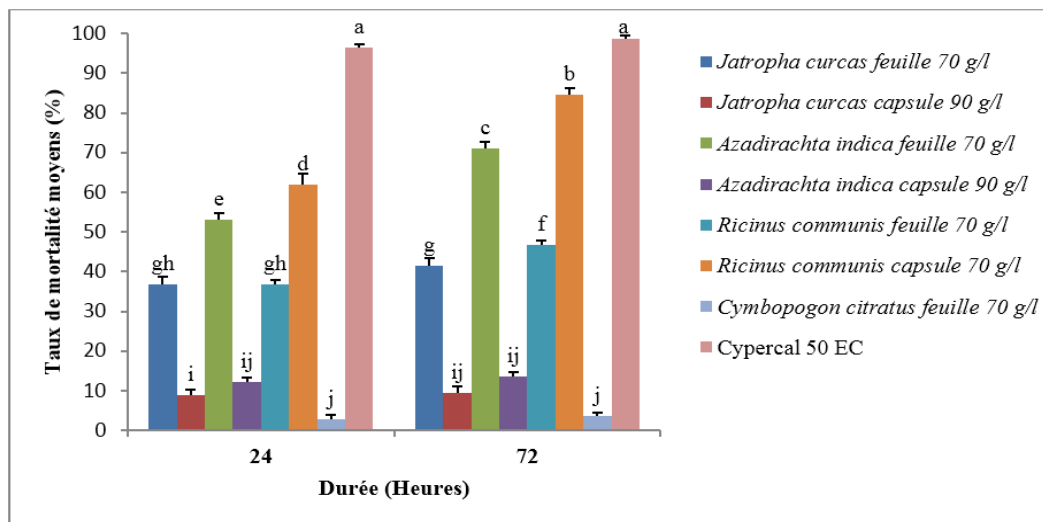


Figure 1 : Taux de mortalité moyen sexes confondus 24 et 72 heures après traitement avec les extraits aqueux aux concentrations minimales efficaces et du Cypercal à la dose recommandé

### 3-1-4. Concentration létale ( $CL_{50}$ ) des extraits aqueux testés sur les adultes de *O. mutabilis*

Les concentrations létales 50 ( $CL_{50}$ ) de l'extrait des capsules de graines de *R. communis* testés sur les mâles et femelles de *O. mutabilis* qui ont respectivement été de 40,63 et 48,16 g/L ont été les plus faibles. S'agissant des extraits aqueux de feuilles de *A. indica*, les  $CL_{50}$  ont été de 66,72 g/L (femelles de *O. mutabilis*) et 60,51 g/L (mâles de *O. mutabilis*). Les  $CL_{50}$  des 5 autres extraits ont été largement supérieurs à 100 g/L. (Tableau 3).

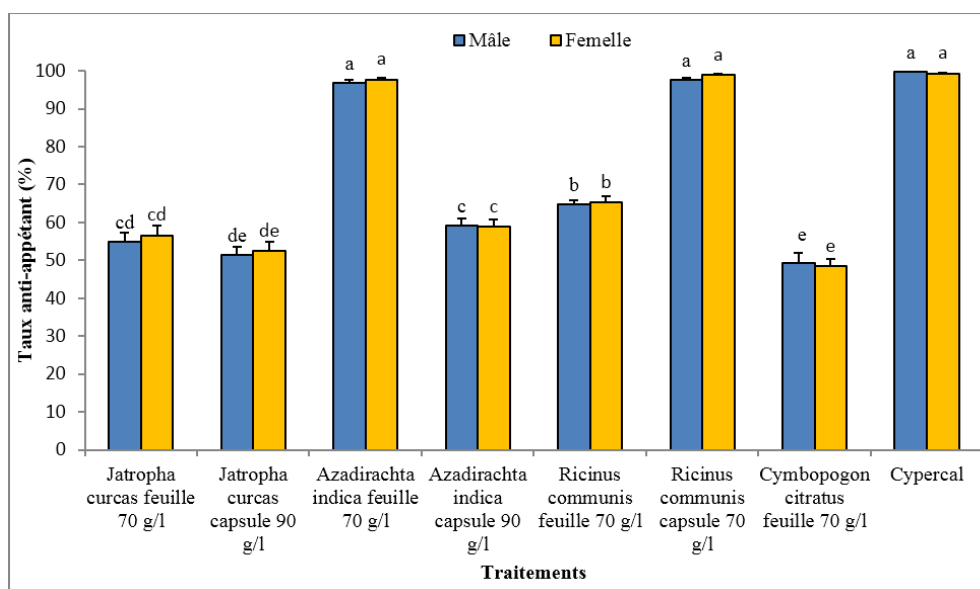
Tableau 3 : Concentration létale ( $CL_{50}$ ) des extraits aqueux testés sur les adultes de *O. mutabilis*

Extraits aqueux de plantes	Concentration létale 50 ou $CL_{50}$ (g/L)	
	Adultes femelle	Adultes mâles
<i>Jatropha curcas</i> feuille	139,55	193,84
<i>Jatropha curcas</i> capsule	165,55	137,57
<i>Azadirachta indica</i> feuille	66,72	60,51
<i>Azadirachta indica</i> capsule	184,54	133,39
<i>Ricinus communis</i> feuille	143,98	136,37
<i>Ricinus communis</i> capsule	40,63	48,16
<i>Cymbopogon citratus</i> feuille	185,06	160,20



### 3-2. Effet anti-appétant des extraits aqueux aux concentrations minimales efficaces et du Cypercal sur les adultes de *O. mutabilis*

Les différents extraits aqueux aux concentrations minimales efficaces (**Figure 2**) ont permis d'obtenir des taux anti-appétant qui ont varié de  $48,45 \pm 1,84$  à  $98,90 \pm 0,29$  % et de  $49,37 \pm 2,71$  à  $97,54 \pm 0,56$  % respectivement pour les femelles et les mâles des adultes de *O. mutabilis*. Pour les différents extraits aqueux de plantes, les taux anti-appétant obtenus avec les mâles et femelles n'étaient pas statistiquement différents. Le Cypercal a provoqué un taux anti appétant de  $99,77 \pm 0,10$  et  $99,34 \pm 0,26$  % respectivement chez les mâles et femelles. S'agissant de l'extrait de feuilles de *Azadirachta indica* et celui de capsules de graines de *R. communis* à 70 g/L, les taux anti-appétant obtenus étaient compris entre  $96,89 \pm 0,62$  et  $98,90 \pm 0,29$  %. Ces taux ont été aussi élevés statistiquement que celui obtenu avec le Cypercal (99 %). Quant aux extraits aqueux de *Jatropha curcas*, de *Cymbopogon citratus*, de coques de graines de *A. indica*, de feuilles de *R. communis*, les taux anti-appétant ont varié de  $48,45 \pm 1,84$  à  $65,24 \pm 1,62$  %. Ces taux ont été très faibles comparativement à celui obtenu avec l'insecticide chimique. L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux anti-appétant obtenus avec les adultes mâles et femelles après traitements des feuilles de niébé ( $F = 161,31$ ;  $ddl = 15$ ;  $P < 0,001$ ) (**Figure 2**).



**Figure 2 :** Taux anti-appétant des adultes mâles et femelles de *O. mutabilis* en fonction des concentrations minimales efficaces des extraits aqueux de plantes

Les barres suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes

### 3-3. Effet répulsif des extraits aqueux aux concentrations minimales efficaces et du Cypercal sur les adultes de *O. mutabilis*

Le taux moyen de répulsion provoqué par le Cypercal a été de  $79,44 \pm 3,78$  %. Ce taux qui se situe dans la classe IV selon la classification de Mc Donald a été plus élevé que ceux obtenus avec les extraits aqueux de plantes. Parmi les extraits, l'extrait aqueux des feuilles de *A. indica* induit le taux de répulsion le plus élevé (Classe IV). Les extraits de *R. communis* et de *C. citratus* ont entraîné respectivement des taux de répulsion de  $57,78 \pm 3,27$  % et  $43,33 \pm 3,45$  % (classe III). Les extraits de *J. curcas* ont été les moins répulsifs (Classe I). L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de répulsion enregistrés ( $F = 70,27$ ;  $ddl = 7$ ;  $P < 0,001$ ) pour les différents extraits et le Cypercal (**Tableau 4**).

**Tableau 4 : Taux de répulsion moyen des extraits aqueux de plantes et du Cypercal**

Traitements	Pourcentage de répulsion	Classe
<i>Jatropha curcas</i> feuille 70 g/L	18,33±1,06 <sup>d</sup>	I
<i>Jatropha curcas</i> capsule 90 g/L	17,78±2,87 <sup>d</sup>	I
<i>Azadirachta indica</i> feuille 70 g/L	72,22±2,13 <sup>a</sup>	IV
<i>Azadirachta indica</i> capsule 90 g/L	38,33±3,32 <sup>c</sup>	II
<i>Ricinus communis</i> feuille 70 g/L	24,44±1,81 <sup>d</sup>	II
<i>Ricinus communis</i> capsule 70 g/L	57,78±3,27 <sup>b</sup>	III
<i>Cymbopogon citratus</i> feuille 70 g/L	43,33±3,45 <sup>c</sup>	III
Cypercal	79,44±3,78 <sup>a</sup>	IV

Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %.

#### 4. Discussion

Les extraits aqueux de plantes ont provoqué la mortalité des adultes mâles et femelles de *O. mutabilis* 24 et 72 heures après traitement. Plusieurs auteurs ont mentionné, lors de leurs différentes études, l'effet insecticide des extraits aqueux de plantes sur des adultes de Chrysomelidae [25 - 27]. La mortalité observée serait liée aux propriétés insecticides des substances actives contenues dans les extraits. Cette argumentation rejoint celle de plusieurs auteurs dont [28] qui ont rapporté que l'effet insecticide des extraits de *Jatropha curcas* et de *Azadirachta indica* sur les larves de *Plutella xylostella* était dues aux substances actives présentes dans les extraits. Le taux de mortalité induit par le Cypercal a été supérieur à 95 %. Ce taux très élevé pourrait s'expliquer par le fait que cet insecticide chimique dont la matière active est la Cyperméthrine agit par contact et ingestion [29]. Comme les autres pyréthrinoïdes, la matière active a un effet neurotoxique sur les insectes en provoquant un dysfonctionnement des canaux sodium [30] situés le long de la membrane cellulaire des axones [31]. En maintenant ces canaux ouverts, les pyréthrinoïdes déclenchent une série d'influx électriques au niveau des neurones qui cause leur dépolarisation, ce qui engendre différents symptômes comme des tremblements, des mouvements involontaires, et la salivation [32]. Ces réactions de l'insecte sont suivies de la prostration « effect knock down » caractérisée par une longue période d'immobilité qui pourrait laisser croire que l'insecte est mort [33].

Ce dernier peut mourir ou par la suite recouvrer ses facultés motrices selon la dose utilisée [31]. L'extrait aqueux de feuilles de *A. indica* et celui des capsules de graines de *R. communis* ont provoqué à partir de 70 g/L, des taux de mortalité supérieurs à 70 % soixante douze heures après traitement. Ces deux extraits pourraient être considérés efficaces. Cette observation est en accord avec les travaux antérieurs qui ont rapporté qu'une substance à effet insecticide n'est efficace que lorsqu'elle induit un taux de mortalité d'au moins 70 % sur un ravageur [34]. L'effet insecticide des capsules de graines de *R. communis* serait dû à l'un de ses principaux constituants : la ricine signalée par plusieurs auteurs dont [35] comme la principale toxine de la plante *R. communis*. En effet, ce composé induit une inhibition irréversible de la synthèse des protéines dans les cellules des insectes par inactivation des ribosomes, entraînant la mort cellulaire [35, 36]. L'efficacité de l'extrait aqueux de capsules des graines de *R. communis* s'expliquerait par la concentration assez importante de ricine dans les capsules enveloppant la graine. Selon plusieurs auteurs, toutes les parties de la plante de *R. communis* contiennent la ricine mais la plus grande quantité se trouve dans la graine [38, 39]. La capsule recouvrant la graine en aurait une quantité suffisante comme l'ont rapporté [25, 40] pour être efficace sur les adultes de *O. mutabilis*. L'effet insecticide de l'extrait aqueux de feuilles de *A. indica* serait en rapport avec la présence des substances actives contenues dans l'extrait comme l'ont signalé [41]. En effet,

ces auteurs ont rapporté que des substances actives (Azadirachtine, Salanin, Nimbin, Nimbolin, Azadiradione) présentes dans les extraits aqueux de feuilles de *A. indica* ont un effet insecticide sur les insectes. Les extraits aqueux de *C. citratus*, de *J. curcas*, de *A. indica* et de *R. communis* ont eu un effet anti-appétant sur les adultes mâles et femelles de *O. mutabilis* âgés de 20 jours. Les taux anti-appétant induits par chaque extrait n'ont pas varié selon le sexe de l'insecte. Les extraits testés agiraient de la même manière chez le mâle et la femelle de même âge. Les extraits aqueux ont induit des taux anti-appétant compris entre 48 et 98 %. Cet effet anti-appétant pourrait s'expliquer par le fait que ces extraits contiendraient des substances chimiques actives qui ont pu perturber la prise de nourriture des insectes [42, 43]. Selon ces auteurs, les substances telles que les alcaloïdes, flavonoïdes, phénoliques et des composés secondaires des terpènes contenus dans les extraits ont des effets anti-appétant sur les insectes. Des études phytochimiques effectués par plusieurs auteurs ont révélé la présence de ces substances dans les extraits de plantes ([44] sur des extraits de *C. citratus*, [45, 46] sur *J. curcas*, [47, 48] sur *R. communis*, [49 - 50] sur *A. indica*). Le taux anti-appétant a été de 99 % suite à l'utilisation du Cypercal. L'insecticide a dû empêcher la majorité des adultes de *O. mutabilis* de se nourrir durant l'expérimentation.

Les insecticides de la famille des pyréthrinoïdes dont la Cyperméthrine fait partie sont des insecticides de contact très puissants, pouvant dissuader efficacement les insectes même à des doses ou à des concentrations inférieures à celles causant une mortalité [51]. Les taux anti-appétant (96 à 98 %) induits par les extraits de feuilles de *A. indica* et des capsules de graines de *R. communis* ont été aussi élevés que celui induit par le Cypercal. Les substances chimiques contenues dans les deux extraits aqueux ont dû avoir un effet anti-appétant aussi important sur les adultes de *O. mutabilis* que celui entraîné par la Cyperméthrine. Ces substances ont réduit ou empêché la consommation des feuilles par les adultes de *O. mutabilis*. Cette argumentation rejoint celle de certains auteurs qui ont rapporté que les substances anti-appétant agissent sur des cellules sensorielles très spécifiques (récepteurs anti-appétant) dans l'organisme de l'insecte [43, 52]. Selon ces mêmes auteurs, les neurones associés à ces récepteurs anti-appétant envoient un signal au centre d'alimentation situé dans le système nerveux central empêchant ainsi l'alimentation de l'insecte (effet dissuasif) ou peut entraîner l'arrêt ou le ralentissement de la prise de nourriture (effet supprimeur). La substance à l'origine de l'effet anti-appétant de l'extrait aqueux des feuilles de *A. indica* serait l'un de ses principaux constituants : l'azadirachtine comme l'ont rapporté [52].

L'azadirachtine stimule des cellules spécifiques "dissuasives" dans les chimiorécepteurs et bloque également le déclenchement de l'action des cellules réceptrices du "sucre" qui stimule normalement l'alimentation, provoquant ainsi le rejet de l'aliment [53]. [28 - 54] ont signalé les propriétés anti-appétant de l'azadirachtine respectivement contre *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) et *Salhbergella singularis* (Heteroptera: Miridae). Pour l'extrait aqueux des capsules de graines de *R. communis*, la substance active serait la ricine. Des travaux antérieurs réalisés par plusieurs auteurs dont [75] ont révélé un effet anti-appétant très important des extraits de *R. communis* sur les adultes de *Demotispia neivai* (Coleoptera: Chrysomelidae). Cette substance est un alcaloïde qui donnerait une sensation de goût amer à l'insecte lors de la prise de nourriture. Ce goût amer entraînerait un refus de s'alimenter de la part de l'insecte [56]. Les pourcentages de répulsion ont varié suivant des extraits aqueux. Le taux de répulsion du Cypercal (classe IV selon la classification de Mc Donald) pourrait s'expliquer par le fait que les pyréthrinoïdes peuvent provoquer un effet dissuasif chez les insectes comme l'ont rapporté [51, 52]. L'extrait aqueux de feuilles de *A. indica* a été le plus répulsif parmi les extraits testés. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que cet extrait contiendrait des substances répulsives plus volatiles que les autres extraits. Nos résultats sont proches des travaux antérieurs qui ont révélé que l'extrait de *A. indica* est plus répulsif que ceux de *Eucalyptus camodulensis*, *Citrullus colocynthis* et *Melia Azedarach* sur les adultes de *Aulacophora foveicollis*, une autre espèce de Chrysomelidae [57].

## 5. Conclusion

Les sept extraits aqueux des quatre plantes et le Cypercal ont eu des effets insecticides, anti-appétant et répulsifs variables sur les adultes de *O. mutabilis*. L'extrait aqueux de capsules de graines de *R. communis* a induit le taux de mortalité le plus élevé parmi les extraits. Les extraits aqueux de feuilles de *A. indica* et de capsules de graines de *R. communis* ont été efficaces à partir de la concentration de 70 g/L en provoquant plus de 70 % de taux de mortalité. Ces deux extraits ont eu un effet anti-appétant aussi important que celui entraîné par l'insecticide chimique de référence utilisé. L'extrait aqueux des feuilles de *A. indica* a entraîné le taux de répulsion le plus élevé de tous les extraits. L'extrait aqueux de feuilles de *A. indica* et celui des capsules de graines de *R. communis* pourraient être utilisés comme alternative à l'utilisation abusive des insecticides de synthèse pour réduire fortement les dégâts du ravageur et accroître la production du niébé. Toutefois, des essais en plein champ pourraient permettre de mieux cerner leurs potentiels à lutter effectivement contre ce ravageur.

## Références

- [1] - R. S. PASQUET et J. P. BAUDOIN, Le niébé, *Vigna unguiculata*. In Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D. (eds). *L'amélioration des plantes tropicales*. Montpellier, France: Cirad - Orstom, (1997) 483 - 505
- [2] - M. P. TIMKO and B. B. SINGH, Cowpea, a multifunctional legume, *Genomics Trop. Crop Plants*, 33 (2008) 227 - 258
- [3] - J. N. ODEDINA, T. O. FABUNMI, S. O. ADIGBO, S. A. ODEDINA and R. O. KOLAWOLE, Evaluation of cowpea varieties (*Vigna unguiculata*, L. Walp) for intercropping with okra (*Abelmoschus esculenta*, L Moench). *American Journal of Research Communication*, 2 (2) (2014) 091 - 108
- [4] - A. A. GBAGUIDI, S. FAOUZIATH, A. OROBIYI, M. DANSI, B. A. AKOUEGNINOUE et A. DANSI, Connaissances endogènes et perceptions paysannes de l'impact des changements climatiques sur la production et la diversité du niébé (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L) Verdc.) au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (5) (2015) 2520 - 2541
- [5] - I. Y. DUGJE, L. O. OMOIGUI L, F. EKELEME, A. Y. KAMARA and H. AJEIGBE, Production du niébé en Afrique de l'Ouest : guide du paysan. IITA-Ibadan, (2009) 26 p.
- [6] - S. M. KANTEH, J. E. NORMAN and J. SHERMAN-KAMARA, Effect of Plant Density and Weeding Regime on Population and Severity of Aphids (*Aphis craccivora* Koch) and Foliage Beetles (*Ootheca mutabilis* Sahl) on Cowpea in Sierra Leone. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 4 (1) (2014) 024 - 033
- [7] - N. M. KOLO and S. ADAMU, Potentials of Some Plant Extract for the Control of Two Field Pests of Cowpea (*Vigna unguiculata* Walp)., *Protection Agriculture and Technology*, 12 (1) (2016) 134 - 140
- [8] - C. L. OSSEY, L. R. N. ABOUA, A. OBODJI and D. K. C. TANO, Entomofauna associated with cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp., assessment damages caused by insect pests and predators of *Ootheca mutabilis* Sahlberg (Coleoptera : Chrysomelidae) in south of Côte d'Ivoire, *IJRDO-Journal of Applied science*, 3 (1) (2017) 056 - 072
- [9] - M. DOUMBIA & K. E. KWADJO, 2009, Pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides par les maraîchers en Côte d'Ivoire : Cas de la ville d'Abidjan et deux de ses banlieues (Dabou et Anyama), *Journal of Applied Biosciences*, 18 (2009) 0992 - 1002
- [10] - M. M. DEGRI, D. M. MAILAFIYA and J.W. WABEKWA, Efficacy of aqueous leaf extracts and synthetic insecticide on pod-sucking bugs infestation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in the Guinea Savanna Region of Nigeria, *Advances in Entomology*, 1 (2) (2013) 010 - 014

- [11] - A. M. OPARAEKE, M. C. DIKE and C. I. AMATOBI, Botanical Pesticide Mixtures For Insect Pest Management On Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) WALP plants — 2. the pod borer, *Maruca vitrata* FAB. (Lepidoptera : *Pyralidae*) and pod sucking bug, *Agricoltura Tropica et Subtropica*, 38 (2) (2005) 033 - 038
- [12] - B. P. SERI-KOUASSI, K. COFFI, L. R. N. ABOUA, K.A. BEKON, A. I. GLITHO, K. GERARD et Y. T. N'GUESSAN, Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus*, *C.R. Chimie*, 7 (2004) 1043 - 1046
- [13] - L. R. N. ABOUA, B. P. SERI-KOUASSI, K. AMEVOIN et K. H. KOUA, Insecticidal Activity of Essential Oils from Three Aromatic plants on *C. maculatus* F. in Cote d'Ivoire, *European Journal of Scientific Research*, 39 (2) (2010) 243 - 250
- [14] - C. L. OSSEY, L. R. N. ABOUA, A. OBODJI, D. K. C. TANO and B. P. SERI-KOUASSI, Effect Of The Essential Oil Of *Aframomum exscapum* (Zingiberaceae) and the parasitoid *Uscana lariophaga* (Trichogrammatidae) on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae), pest of stored cowpea seeds (*Vigna unguiculata*), *International Journal of Research in Biological Sciences*, 7 (1) (2017) 07 - 12
- [15] - Y. BROU, *Analyse et dynamique de la pluviométrie en milieu forestier ivoirien*. Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> Cycle, Université d'Abidjan, (1997) 200 p.
- [16] - G. N. ZIRIHI et A. K. M. KRA, Evaluation de l'activité anti fongique de *Microglossa pyrifolia* L. (Asteraceae) PYMI sur la croissance in vitro de *Candida albicans*, *Revue médicale et pharmacologie Africaine*, 17 (2003) 01 - 19
- [17] - W. S. ABBOTT, A method of computing the effectiveness of an insecticide, *J. Econ. Entomol.*, 18 (1925) 265 - 267
- [18] - C. ABIVARDI and C. BENZ, Tests with the extracts of 21 medicinal plants for antifeedant activity against larvae of *Pieris brassicae* L. (Lep., Pieridae), *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 57 (1984) 383 - 392
- [19] - J. CUI, M-L. LI and M-S. YUAN, Semisynthesis of N-acyl homoserinelactone derivatives and the antifeedant activity against *Mythimna separate*, *J. Environ. Sci. Health*, 48 (2013) 671 - 676
- [20] - J. O. OGENDO, S. R. BELMAIN, A. L. DENG and D. J. WALKER, Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* L. with *Tephrosia vogelii* and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamays* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize grain, *Insect Science and Its Application*, 23 (2) (2003) 127 - 135
- [21] - J. M. IGOGO, *Biological activity of Tephrosia vogelii Hook. and Lantana camara L. aqueous crude extracts against golden flea beetle (Apthona whitfieldi Bryant) in jatropha (Jatropha curcas L.)*, Master of Science in Agronomy (Crop Protection) of Egerton University of Kenya, (2013) 58 p.
- [22] - C. O. ECHEROBIA, C. S. OKERERE and K. C. EMEASO, Determination of repellence potentials of some aqueous plant extracts against okra flea beetles (*Podagrica uniforma*), *Journal of Biopesticides*, 3 (2) (2010) 505 - 507
- [23] - L. L. MCDONALD, R. H. GUY and R. D. SPEIRS, Preliminary evaluation of news candidates materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insects. Marketing Res. Rep. n° 882. Wanshington : Agric. Res. Service, US/ Dept of Agric., (1970) 183 p.
- [24] - D. J. FINNEY, *Probit analysis*. Cambridge University Press, 3ed. Edition, New York (1971) 33 p.
- [25] - D. K. C. TANO, L. R. N. ABOUA, B. P. SERI-KOUASSI and K. H. KOUA, Evaluation of the insecticidal activity of aqueous extracts of five plants on *Coelaenomenodera lameensis* Berti and Mariau (Coleoptera : Chrysomelidae) pest of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), *International Journal of AgriScience*, 2 (2) (2012) 120 - 135
- [26] - M. BIDIGA and S NACRO, Study of the Efficiency of the Aqueous Extract of *Azadirachta indica*'s Seeds and Deltamethrin on *Jatropha curcas* L. Insect Pests : Case of *Calidea panaethiopica* (Hemoptera: Scutelliridae) and *Apthona whitfieldi* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Advances in Entomology*, 4 (2016) 212 - 224
- [27] - E. M. MVUENGA and L. P. LUHATA, Evaluation of *Ricinus communis* extracts as a biopesticide for *Nisotra gemella* control. *Asian Research Journal of Agriculture*, 4 (1) (2017) 001 - 009

- [28] - D. DIABATE, J. A. GNAGO, Y. TANO, Toxicity, antifeedant and repellent effect of *Azadirachta indica* (A. Juss) and *Jatropha curcas* L. aqueous extracts against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), *J. Basic. Appl. Sci. Res.*, 4 (11) (2014) 051 - 060
- [29] - RECA, Fiche conseil pour la matière active : Cyperméthrine (insecticide) Famille : pyréthrinoides, (2013) 5 p.
- [30] - J. S. CHOI and D. M. SODERLUND, Structure-activity relationships for the action of 11 pyrethroid insecticides on rat Na v 1.8 sodium channels expressed in *Xenopus* oocytes, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 211 (2006) 233 - 244
- [31] - P. A. KADALA, *Action des pyréthrinoides sur le canal sodique active par le potentiel des neurones du système olfactif de l'abeille domestique Apis mellifera*. Thèse Unique en Sciences agricoles, Université d'Avignon, France, (2011) 132 p.
- [32] - L. HÉNAULT-ETHIER, Health and environmental impacts of pyrethroid insecticides: What we know, what we don't know and what we should do about it. Executive summary and littérature review. Équiterre. Montréal, Canada, (2015) 68, <http://www.equiterre.org/publication/revue-de-litterature-sur-les-impacts-des-insecticides-pyrethrinoides-sur-la-sante-et-len> (Août 2017)
- [33] - E. HAUBRUGE et M. AMICHOT, Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2 (3) (1998) 161 - 174
- [34] - M. BEGON, J. L. HARPER and C. R. TOWNSED, *Ecology* (2d edition) Oxford Blackwell, (1990) 945 p.
- [35] - J. AUDI, M. BELSON, M. PATEL, J. SCHIER and J. OSTERLOH, Ricin poisoning : a comprehensive review. *Journal of American Medical Association*, 294 (18) (2005) 2342-2351
- [36] - S. OLSNES, The history of ricin, abrin and related toxins. *Toxicon.*, 44 (2004) 361 - 370
- [37] - L. M. ROBERTS and D. C. SMITH, Ricin : the endoplasmic reticulum connection. *Toxicon*, 44 (2004) 469 - 472
- [38] - B. SOTO-BLANCO, I. L. SINHORINI, S. L. GÓRNIK and B. SCHUMACHER-HENRIQUE, *Ricinus communis* cake poisoning in a dog, *Vet. Human Toxicol.*, 44 (2002) 155 - 156
- [39] - T. GARLAND and E. M. BAILEY, Toxins of concern to animals and people, *Rev. Sci. Tech. OIE*, 25 (2006) 341 - 351
- [40] - L. R. N. ABOUA, A. OBODJI, D. K. C. TANO and B. P. SERI-KOUASSI, Assessment of the insecticidal activity of aqueous extracts of two local plants for the management of *Leucinodes orbonalis* Guenee, (Lepidoptera: Pyralidae), pest of eggplant (*Solanum aethiopicum*), in guinean area of Côte d'Ivoire, *Journal of Advances in Biology*, 9 (2) (2016) 1715 - 1725
- [41] - M. M. SADEGHIAN and F. MORTAZAIENEZHAD, Investigation of Compounds from *Azadirachta indica* (Neem). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (2) (2007) 444 - 445
- [42] - O. KOUL, Phytochemicals and insect control: an antifeedant approach, *Crit. Rev. Plant Sci.*, 27 (2008) 001 - 024
- [43] - C. B. PURRINGTON, Antifeedant Substances in Plants, *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, 2 (2017) 364 - 367
- [44] - T. S. GEETHA and N. GEETHA, Phytochemical Screening, Quantitative Analysis of Primary and Secondary Metabolites of *Cymbopogon citratus* (DC) stapf. leaves from Kodaikanal hills, Tamilnadu, *International Journal of PharmTech Research*, 6 (2) (2014) 521 - 529
- [45] - M. O. OYAMA, O. I. MALACHI and A. A. OLAJEJO, Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Leaf Extract of *Jatropha curcas*. *Journal of Advances in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 8 (1) (2016) 001 - 006
- [46] - S. RAMPADARATH, P. DANESHWAR and J. RAJESH, *Jatropha curcas* L : Phytochemical, antimicrobial and larvicidal properties, *Asian Pac J Trop Biomed.*, 6(10) (2016) 858 - 865
- [47] - A. KHOGALI, S. BARAKAT and H. ABOU ZEID, Isolation and identification of the phenolics from *Ricinus communis* L., *Delta J. Sci.*, 16 (1992) 198 - 211
- [48] - S. M. UPASANI, H. M. KOTKAR, P.S. MENDKI and V. L. MAHESH-WARI, Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L. foliage flavonoids, *Pest Management Science*, 59 (2003) 1349 - 1354

- [49] - G. K. I PRASHANTH and G. M. KRISHNAIAH, Chemical composition of the leaves of *Azadirachta Indica* Linn (Neem), *Int. J. Adv. Eng. Tech. Manag. & Appl. Sciences*, 1 (5) (2014) 21 - 31
- [50] - S. P. DASH, S. DIXIT, and S. SAHOO, Phytochemical and Biochemical Characterizations from Leaf Extracts from *Azadirachta Indica* : An Important Medicinal Plant, *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 6 (2017)
- [51] - M. J. HAJJAR and J. B. FORD, The effect of cypermethrin on the feeding of mustard beetles *Phaedon cochleariae*(F.), *Annals of Applied Biology*, 116 (1990) 279 - 286
- [52] - M. B. ISMAN, Insect antifeedants, *Pesticide Outlook*, 13 (4) (2002) 152 - 157
- [53] - Y. MODU, A. J. PUTAI, A. M. PETU-IBIKUNLE, An Economic Analysis of Cowpea Production among Women Farmers in Askira/Uba Local Government Area Borno State Nigeria, *Afr. J. Gen Agric.*, 6 (2010) 007 - 017
- [54] - E. U. ASOGWA, T.C.N. NDUBUAKU, J. A. UGWU and O. O. AWE, Prospects of botanical pesticides from neem, *Azadirachta indica* for routine protection of cocoa farms against the brown cocoa mirid *Sahlbergella singularis* in Nigeria, *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (2010) 001 - 006
- [55] - L. C. MARTINEZ, A. PLATA-RUEDA, J. C. ZANUNCIO, and J. E. SERRAO, Bioactivity of Six Plant Extracts on Adults of *Demotispia neivai*(Coleoptera: Chrysomelidae), *J. Insect Sci.*, 15 (34) (2015) 001 - 005
- [56] - S. M. DARBY, M. L. MILLER and R. O. ALLEN, Forensic determination of ricin and the alkaloid marker ricinine from castor bean extracts, *Journal of Forensic Sciences*, 46 (2001) 1033 - 1042
- [57] - R. R. KHAN, A. SOHAIL, M. ARSHAD and SAMI-ULLAH, Laboratory Assessment of Repellency and Insecticide Efficacy of Some Plant Extracts against Adults of Red Pumpkin Beetle (*Aulacophora foveicollis* Lucas), *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 13 (1) (2015) 049 - 057