

Effets bio-insecticides d'extraits aqueux de rhizomes de *Zingiber officinale* et de capsules de graines de *Ricinus communis* sur *Pseudothraupis devastans*

Franceline DOH ^{1*}, Isabelle N'Djiha BEUGRE ², Ekien Alloua Ahébé Bertille KADIO ¹

1 : Université Peleforo Gon Coulibaly de Korbogo, UFR Sciences Biologique, Département de Biologie Animal, BP 1328 Korbogo, Côte d'Ivoire.

2 : Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Programme Riz, Station de Recherche de Man, BP 440 Man, Côte d'Ivoire.

* Auteur correspondant, E-mail: abor.doh@gmail.com ; Tel : 225 07 49 03 33 07

Mots clés : *Pseudothraupis devastans*, Extraits aqueux, *Ricinus communis*, *Zingiber officinale*,

Key words : *Pseudothraupis devastans*, aqueous extract, *Ricinus communis*, *Zingiber officinale*,

Date of Acceptance 4/08/2021, Publication date 30/09/2021, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

1 RESUME

Pseudothraupis devastans (Heteroptera : Coreidae), est un nuisible essentiel du cocotier en Côte d'Ivoire. Tous les stades larvaires et les adultes provoquent par leurs piqûres, soit la déformation des jeunes noix, soit leur chute précoce. La recherche d'une stratégie de protection de ces noix contre les attaques a consisté à évaluer l'efficacité de l'extrait aqueux des capsules de graines de *Ricinus communis* (Ricin) et de celui des rhizomes de *Zingiber officinale* (Gingembre) sur *P. devastans*. L'étude a été menée à la station de recherche sur le cocotier du Centre Nationale de Recherche Agronomique de Côte d'Ivoire. Les essais ont été réalisés par pulvérisation des extraits à différentes concentrations sur les œufs, les larves et les adultes de *P. devastans*. Les extraits ont eu des effets variables sur les différents stades de développement de l'insecte. Les œufs de 2 jours ont été plus sensibles que ceux de 5 jours. Un effet ovicide total a été observé avec les capsules de graines de *Ricinus communis* à la concentration de 1g/ml. Un effet larvicide total a été obtenu sur les deux premiers stades larvaires avec les capsules de graines de *R. communis* à partir de la plus petite concentration (0,1g/ml), sur le troisième stade larvaire à partir de 0,2 g/ml et sur les deux derniers stades larvaires à partir de 0,4 g/ml. Chez les adultes, l'efficacité des capsules de graines de *R. communis* a été justifiée par une CL₅₀ de 0,09 g/ml contre une CL₅₀ de 0,94 g/ml pour *Z. officinale*. L'extrait aqueux des capsules de graines de *R. communis* s'est montré plus efficace que celui des rhizomes de *Z. officinale*. Ces différents résultats obtenus constitueraient des solutions alternatives ou complémentaires aux luttes existantes contre *P. devastans*

ABSTRACT

Pseudothraupis devastans Distant (Heteroptera: Coreidae), is an essential coconut pest in Côte d'Ivoire. All larval stages and adults cause by their stings, either the deformation of the young nuts or their early fall. The search for a strategy to protect these nuts against attack consisted of evaluating the effectiveness of the aqueous extract of the seed capsules of *Ricinus communis* and that of the rhizomes of *Zingiber officinale* on *P. devastans*. The study was carried out at the coconut research station of the National Agronomic Research Center of Côte d'Ivoire. The tests were carried out by spraying the extracts at different concentrations on the eggs, larvae and adults of *P. devastans*. The extracts had varying effects on the different stages of development of the insect. The 2 days old eggs were more sensitive than the 5 days old ones. A total ovicidal effect was observed with *Ricinus communis* capsules at a concentration of 1 g / ml. A total larvicidal effect was obtained on the first

two larval stages with the seed capsules of *R. communis* from the smallest concentration (0.1 g / ml), on the third larval stage from 0.2 g / ml and on the last two larval stages from 0.4 g / ml. In adults, the efficacy of *R. communis* seed capsules was supported by an LC₅₀ of 0.09 g / ml versus an LC₅₀ of 0.94 g / ml for *Z. officinale*. The aqueous extract from the seed capsules of *R. communis* was shown to be more effective than that from the rhizomes of *Z. officinale*. These different results obtained would constitute alternative or complementary solutions to the existing struggles against *P. devastans*.

2 INTRODUCTION

Le cocotier (*Cocos nucifera* L.) est une plante tropicale pérenne originaire des bassins océaniques Indo-atlantique et du Pacifique (Gunn *et al.*, 2011). La cocoteraie mondiale couvre une superficie de 12 millions d'hectares, avec une production estimée à 5,8 millions de tonnes de coprah (FAO and Oil World, 2010). En Côte d'Ivoire, la superficie de la cocoteraie est estimée à 50 000 hectares dont 80 % sont localisés sur le littoral, d'Assinie à San-Pedro (Konan *et al.*, 2013), pour une production évaluée à 65.000 tonnes de coprah par an (Konan *et al.*, 2006), elle rapporte au moins 250 000 Fcfa par tonne. Le cocotier est l'une des principales ressources des populations sur le littoral ivoirien (Ouvrier *et al.*, 1995). Elle assure la subsistance de plus de 20 000 familles (Assa *et al.*, 2006). En plus du coprah, le cocotier doit son importance aux multiples utilisations de ses différentes parties dans l'alimentation, le cosmétique, la pharmacopée et l'artisanat (Van der Vossen et Chipungahelo, 2007). Toutefois, le cocotier est sujet à une forte pression d'attaques de nuisibles tels que, *Pseudotheraptus devastans* Distant un Héteroptyère de la famille des Coreidae. Cet insecte est couramment appelé la punaise du cocotier. Les dégâts sont causés sur les noix immatures par les piqûres des larves et des adultes (figure 1). Ceux-ci en se nourrissant, injectent une salive contenant des substances toxiques qui provoquent des lésions, induisant ainsi la chute prématurée des noix ou la déformation de celles-ci (Makambila, 1994 ; Mitchell 2004 ; Doh *et al.*, 2014) (figure 2). Face à la menace que constitue *P. devastans*, différentes méthodes de lutte ont été proposées pour réduire sa nuisibilité. Il s'agit de la lutte chimique avec l'utilisation d'insecticides chimiques et la lutte

biologique avec un prédateur naturel. Toutefois, les innombrables conséquences liées à l'utilisation d'insecticides chimiques, telles que leur toxicité, la perturbation de l'équilibre biologique de l'écosystème et le développement de souches résistantes, combinées aux limites de la lutte biologique avec les oecophylles telles que, les pluies et l'absence de recrues forestiers dans les parcelles de cocotier (Fataye and De Taffin, 1989; Allou *et al.*, 2006), imposent la recherche de nouvelles méthodes alternatives de lutte contre ce ravageur. L'une de celles-ci est l'utilisation d'extraits de plante à effet insecticide. L'utilisation des extraits de plantes à effet insecticide prend de l'ampleur au niveau des programmes de recherche dans le monde entier et, particulièrement en Afrique. En effet, plus de 2 000 espèces végétales, dotées de propriétés insecticides, ont été répertoriées (Philogène *et al.*, 2002) et l'efficacité de bon nombre d'entre elles a été prouvée sur plusieurs insectes ravageurs (Séri-Kouassi *et al.*, 2004 Adabie-Gomez *et al.*, 2006 ; Aouinty *et al.*, 2006 ; Johnson *et al.*, 2006 ; Mollah et Islam, 2007 ; Tah *et al.*, 2011 ; Tounou *et al.* 2011 ; Tano *et al.*, 2012). Ainsi, ce présent travail, nous permettra d'évaluer l'efficacité des extraits aqueux des capsules de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), appelé communément "ricin" et ceux des rhizomes de *Zingiber officinale* R. (Zingiberaceae) appelé communément "gingembre", deux plantes dont les propriétés insecticides ont été prouvées sur bien d'insectes (Koua, 2008 ; Aouinty *et al.*, 2006). Il s'agira d'évaluer la bioefficacité de ces deux plantes sur les différents stades de développement de *P. devastans*.

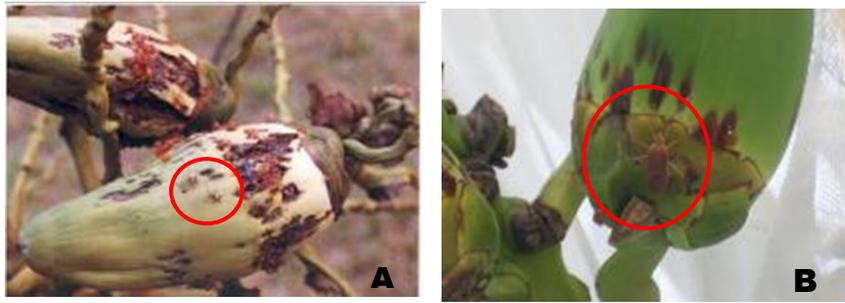


Figure 1 : Attaques de larves (A) et d'adulte (B) de *P. devastans*

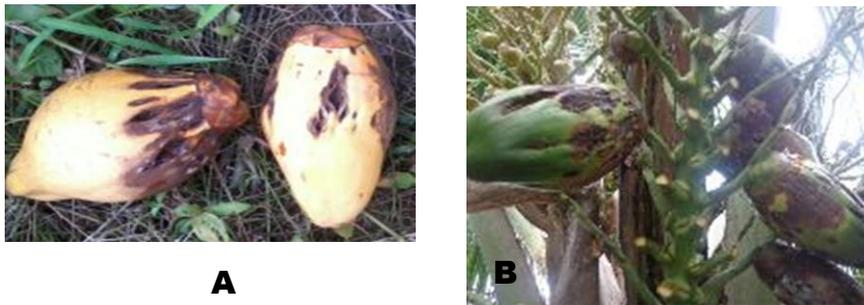


Figure 2 : Chute (A) et déformation (B) des noix suite aux attaques

3 METHODOLOGIE

3.1. Site d'étude : L'étude a été réalisée à la station de Recherche sur le cocotier du CNRA. Ladite station nommée « Marc Delorme », est située à Port-Bouët à 12 Km d'Abidjan (Côte d'Ivoire) entre 05°14' et 05°15' de latitude Nord et 03°54' et 03°55' de longitude Ouest (Figure 3). En général, les

températures moyennes mensuelles varient peu, avec une moyenne mensuelle de 26,7 °C. L'humidité relative moyenne enregistrée au cours de l'essai a été de 87,11 % avec une pluviométrie moyenne mensuelle de 149,90 mm.



Figure 3 : Situation géographique de la station de recherche Marc Delorme

3.2. Préparation des extraits aqueux des capsules de graines de *R. communis* et de rhizomes de *Z. officinale* : Les fruits secs de *R.*

communis ont été récoltés, dégrainés afin de récupérer les capsules sèches (Figure 4). Les rhizomes de *Z. officinale* (Figure 5) ont été finement découpés. Les

échantillons obtenus ont été séchés dans une étuve à 30°C pendant 24 h pour les capsules de ricin et 72 h pour les rhizomes de gingembre. Après séchage, les échantillons ont été broyés et 100 g du broyat de

chaque matériel végétal ont été mélangés à 1 litre d'eau distillée à l'aide d'un agitateur magnétique, pendant 30 min (Aouinty *et al.*, 2006). Les mélanges obtenus ont ensuite été filtrés.



Figure 4 : Fruits secs (A) et capsules de grains (B) de *R. communis*

Figure 5 : Rhizomes de *Z. officinale*

3.3. Estimation des quantités du résidu sec :

Dans le but de donner une signification plus logique aux quantités de matières végétales solubles dans l'eau, les filtrats de chaque matériel végétal ont été concentrés par évaporation dans une étuve portée à 50°C jusqu'à l'obtention d'un résidu sec dont la quantité est exprimée en g (Aouinty *et al.*, 2006). Cela a permis d'exprimer les concentrations létales des résidus secs solubles dans l'eau en g/ml.

3.4. Préparation des concentrations d'extraits aqueux :

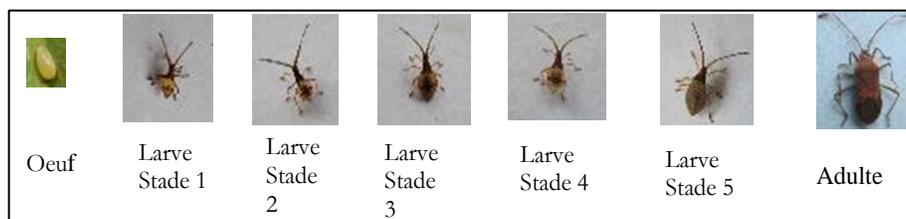
Les résidus secs obtenus ont servi à la préparation de 6 concentrations d'extraits aqueux pour chaque matériel végétal (capsules de ricin et rhizome de gingembre): 0,1g/ml; 0,2g/ml; 0,4g/ml ; 0,6 g/ml, 0,8g/ml et 1g/ml. Pour le témoin de référence, la concentration de 4,74.10⁻⁴g/ml de l'acétamipride et bifenthrine, concentration usuelle efficace sur *P. devastans* (sur la station Marc Delorme), a été préparée. Cette concentration a été obtenue à partir d'une préparation commerciale de 12ml de l'insecticide chimique utilisé comme référence (soit 40 g de matière active à raison de 20 g d'acétamipride et 20 g de bifenthrine), diluée dans 1 l d'eau.

3.5 Élevage de masse et traitement :

L'élevage de masse de *P. devastans* a été réalisée dans une parcelle sur des régimes de cocotiers contenus dans des cages (figure 6) à une température moyenne de 26,39 ± 1,50°C avec une humidité relative moyenne de 87,85 ± 2,15 %. Des couples de *Pseudotheraptus devastans* ont été formés et mis chacun dans une cage contenant un régime de noix immatures de coco sur des cocotiers en vue de produire un nombre suffisant d'œufs, de larves et d'adultes (figure 7) pour les différents tests. La durée de l'incubation des œufs étant de 6 à 8 jours, deux types d'œufs ont été traités. Il s'agit de jeunes œufs de 2 jours et des œufs un peu plus âgés de 5 jours. Des lots de 30 œufs ont été constitués pour chaque âge (2 jours et 5 jours). Puis chaque concentration d'extrait aqueux de capsules de graines de ricin et de rhizome de gingembre a été appliquée, à l'aide d'un pulvérisateur à main sur les œufs avec 3 répétitions. Un lot de 30 œufs par âge a servi de témoin (témoin de référence et témoin blanc). Après l'éclosion des œufs, le nombre de larves de stade 1 obtenu a été relevé, et le taux de fertilité (Tf) des œufs calculé.



Figure 6 : Cage d'élevage

Figure 7 : Différents stades de développement de *P. devastans*

$$Tf = \frac{\text{Nombre d'oeufs éclos}}{\text{Nombre total d'oeufs traités}} \times 100$$

Quant aux larves, ce sont les cinq différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) issus de l'élevage prédéfini ci-dessus, qui ont été utilisées pour les différents traitements. Trente (30) larves par stade larvaire ont été placées dans différentes cages contenant des régimes de noix immatures servant de nourriture. Ces larves ont également été traitées avec chaque concentration d'extrait aqueux de capsules de

graines de ricin et de rhizomes de gingembre. Un lot constitué de 30 individus par stade larvaire a servi pour chaque témoin (témoin de référence et témoin blanc). Trois répétitions ont été faites par concentration. Pour chaque stade larvaire, les taux moyens de mortalité ont été calculés et corrigés par la formule d'Abbott (1925).

$$M = 1 - \frac{Mc}{Mt} \times 100$$

M : Taux de mortalité corrigé ; **Mc** : Mortalité observée à la concentration considérée ; **Mt** : Mortalité observée dans le lot témoin blanc

Les imagos provenant de l'élevage de masse de *P. devastans* ont été dénombrés. Trente (30) adultes ont été placés dans différentes cages pour chaque concentration d'extraits aqueux. Un lot constitué de 30 adultes a servi de témoin (témoin de référence et témoin blanc) pour chaque traitement. Le dénombrement des insectes morts a été fait 24 et 72 heures après le traitement. Pour chaque concentration, trois (3) répétitions ont été réalisées. Pour chaque lot d'adultes et d'extraits aqueux de plante, les taux moyens de mortalité ont été calculés et corrigés par la formule d'Abbott (1925).

3.6 Analyse statistique des données : Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel *Statistica version 7.1*. L'analyse de variances (ANOVA), incorporant la comparaison de moyennes selon le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%, a permis d'analyser et de comparer les taux de fertilité et de mortalité. Pour estimer l'effet insecticide des extraits aqueux, les taux moyens de mortalité corrigés, ont été soumis à une analyse probit (Finney, 1971), pour calculer l'équation de régression, la corrélation et la pente. De l'équation de régression, les CL_{50} et les CL_{90} ont été calculées. Les analyses statistiques ont été faites utilisant *XLSTAT 2014*.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Résultats

4.1.1 Effet des extraits aqueux sur la fertilité des œufs de *P. devastans* : L'extrait aqueux des rhizomes de *Z. officinale* a entraîné selon la concentration, des taux de fertilité de $54,15 \pm 0,32\%$ à $68,54 \pm 0,55\%$ pour les œufs âgés de 2 jours. Sur les œufs âgés de 5 jours, les taux de fertilité ont varié

de $88,87 \pm 1,06\%$ à $90,26 \pm 0,15\%$ (Tableau I). L'analyse de variance relative aux effets d'interaction a montré une différence très hautement significative entre les concentrations et l'âge des œufs ($P < 0,001$). Les différentes concentrations de l'extrait aqueux des capsules de *R. communis* ont engendré des taux de fertilité évoluant de 0 à 100% sur les œufs de 2 jours

et sur les œufs de 5 jours, des taux de fertilité allant de $66,66 \pm 0,34$ % à 100 % (Tableau II). L'analyse de variance relative aux effets d'interaction a montré une différence très hautement significative entre les concentrations et l'âge des œufs ($P < 0,001$).

4.1.2 Effet des extraits aqueux sur les différents stades larvaires de *P. devastans*:

L'extrait aqueux de rhizomes de *Z. officinale* a entraîné aux concentrations de 0,1 à 1 g/ml, des taux de mortalité de $48,34 \pm 2,88$ % à 100 % ; de $48,34 \pm 1,87$ % à 100 % ; de $16,16 \pm 0,89$ % à $67,11 \pm 1,75$ % ; de 0 % à $56,38 \pm 0,76$ % et de 0 % à $40,16 \pm 0,89$ % respectivement pour les stades larvaires L1, L2,

L3, L4 et L5 (Tableau III). L'analyse statistique a montré une différence très hautement significative entre les concentrations, et les stades larvaires ($P < 0,001$). Sur les stades larvaires L1 et L2, toutes les concentrations de l'extrait aqueux des capsules de ricin ont induit 100 % de mortalité. Sur le stade larvaire L3 c'est à partir de la concentration 0,2 g/ml qu'il y a eu une mortalité totale. Sur les deux derniers stades larvaires (L4 et L5), c'est à partir de la concentration 0,4 g/ml qu'il y a eu une mortalité totale (Tableau IV). L'analyse statistique a montré une différence très hautement significative entre les concentrations, et les stades larvaires ($p=0,000$).

Tableau 1 : Effet de l'extrait aqueux des rhizomes de *Z. officinale* sur le taux de fertilité (%) des œufs de *P. devastans*

Plante	Concentration d'extrait aqueux (g/ml)	Taux de fertilité en (%) en fonction de l'âge des œufs (jours)		P
		2	5	
<i>Zingiber officinale</i>	0,1	$68,54 \pm 0,55$ f	$90,03 \pm 0,24$ g	0,000
	0,2	$66,29 \pm 0,36$ e	$90,26 \pm 0,15$ g	
	0,4	$60,15 \pm 0,97$ d	$90,05 \pm 0,26$ g	
	0,6	$59,55 \pm 1,26$ d	$89,83 \pm 0,24$ g	
	0,8	$56,45 \pm 1,02$ c	$89,05 \pm 0,91$ g	
	1	$54,15 \pm 0,32$ b	$88,87 \pm 1,06$ g	
Témoin blanc		100 h	100 h	
Témoin de référence		0 a	0 a	

Les moyennes suivies de la même lettre minuscule dans le tableau ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 % par le test de Student-Newman et Keuls **P** : probabilité du test ; (ddl= 5 ; F= 74,5)

Tableau 2 : Effet de l'extrait aqueux des capsules de graines de *R. communis* sur le taux de fertilité (%) des œufs de *P. devastans*

Plante	Concentration d'extrait aqueux (g/ml)	Taux de fertilité en (%) en fonction de l'âge des œufs (jours)		P
		2	5	
<i>Ricinus communis</i>	0,1	100 d	100 d	0,000
	0,2	100 d	100 d	
	0,4	$66,66 \pm 1,85$ c	100 d	
	0,6	$66,66 \pm 0,95$ c	100 d	
	0,8	$33,33 \pm 0,83$ b	$66,66 \pm 1,01$ c	
	1	0 a	$66,66 \pm 0,34$ c	
Témoin blanc		100 d	100 d	
Témoin de référence		0 a	0 a	

Les moyennes suivies de la même lettre minuscule dans le tableau ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 % par le test de Student-Newman et Keuls **P** : probabilité du test ; (ddl= 5 ; F= 1837,1)

Tableau 3 : Effet de l'extrait aqueux des rhizomes de *Z. officinale* sur le taux de mortalité (%) des larves de *P. devastans*

Plante	Concentration d'extrait aqueux (g/ml)	Taux de mortalité (%) des différents stades larvaires					P
		L1	L2	L3	L4	L5	
<i>Zingiber officinale</i>	0,1	48,34 ± 2,88 l	48,34 ± 1,87 l	16,16 ± 0,89 o	0 q	0 q	0,000
	0,2	51,68 ± 0,74 l	50 ± 0,34 l	35,83 ± 3,76 n	15,72 ± 0,89 o	0 q	
	0,4	71,66 ± 2,88 f	68,33 ± 2,88 g	32,96 ± 0,77 n	15,27 ± 0,42 o	15,61 ± 0,53 o	
	0,6	100 a	96,77 ± 2,60 b	51,67 ± 2,88 l	32,94 ± 0,91 n	32,26 ± 0,64 n	
	0,8	100 a	100 a	67,11 ± 0,99 g	56,38 ± 0,76 h	40,16 ± 0,89 m	
	1	100 a	100 a	67,11 ± 1,75 c	56,38 ± 0,76 d	40,16 ± 0,89 e	
Témoin blanc		5,76 ± 0,54 p	3,71 ± 0,21 p	0 q	0 q	0 q	
Témoin de référence		100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	

Les moyennes suivies de la même lettre minuscule dans le tableau ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 % par le test de Student-Newman et Keuls **P** : probabilité du test ; (ddl= 20 ; F= 76,69)

Tableau 4 : Effet de l'extrait aqueux des capsules de graines de *R. communis* sur le taux de mortalité (%) des larves de *P. devastans*

Plante	Concentration d'extrait aqueux (g/ml)	Taux de mortalité (%) des différents stades larvaires					P
		L1	L2	L3	L4	L5	
<i>Ricinus communis</i> (capsules)	0,1	100 a	100 a	96,68 ± 0,89 b	87,54 ± 0,89 e	65 ± 2,75 f	0,000
	0,2	100 a	100 a	100 a	95 ± 0,67 c	90 ± 1 d	
	0,4	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	
	0,6	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	
	0,8	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	
	1	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	
Témoin blanc		5,76 ± 0,54 g	3,71 ± 0,21 g	0 h	0 h	0 h	
Témoin de référence		100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	

Les moyennes suivies de la même lettre minuscule dans le tableau ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 % par le test de Student-Newman et Keuls **P** : probabilité du test ; (ddl= 20 ; F= 300)

4.1.3 Effet des extraits aqueux sur les adultes

de *P. devastans* : Les taux de mortalité causés par les rhizomes de *Z. officinale* aux différentes concentrations ont été compris entre 0 % et $60,41 \pm 1,28$ % tant à 24 h qu'à 72 h après traitement (Tableau 5). L'analyse statistique a montré une différence très hautement significative entre les concentrations ($P < 0,001$), mais pas une différence significative entre les concentrations et les heures ($P > 0,05$). Les différentes concentrations de l'extrait aqueux des capsules de *R. communis* ont engendré après 24 h des

taux de mortalité allant de $60 \pm 0,7$ % à 100 % et des taux de mortalité allant de $64,4 \pm 0,38$ % à 100 % après 72 h (Tableau 6). L'analyse statistique a révélé une différence très hautement significative entre les concentrations et les heures ($P < 0,001$).

• **Concentration létale (CL₅₀ et CL₉₀) des extraits aqueux** : Les CL₅₀ et CL₉₀ des capsules de *R. communis* ont été respectivement de 0,09 et 0,22 g/ml et celles des rhizomes de *Z. officinale* de 0,94 et 1,48 g/ml (Tableau 7).

Tableau 5 : Effet de l'extrait aqueux des rhizomes de *Z. officinale* sur le taux de mortalité (%) des adultes de *P. devastans* après 24 h et 72 h de traitement

Plante	Concentration d'extrait aqueux (g/ml)	Taux de mortalité (%) en fonction du temps (heure)		P
		24	72	
<i>Zingiber officinale</i>	0,1	0 e	0 e	1
	0,2	0 e	0 e	
	0,4	0 e	0 e	
	0,6	$15,22 \pm 0,19$ d	$15,22 \pm 0,19$ d	
	0,8	$24,36 \pm 0,89$ c	$24,36 \pm 0,89$ c	
	1	$60,41 \pm 1,28$ b	$60,41 \pm 1,28$ b	
Témoin blanc		0 e	0 e	
Témoin de référence		100 a	100 a	

Les moyennes suivies de la même lettre minuscule dans le tableau ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 % par le test de Student-Newman et Keuls **P** : probabilité du test ; ddl= 5 ; F= 0

Tableau 6 : Effet de l'extrait aqueux des capsules de graines de *R. communis* sur le taux de mortalité (%) des adultes de *P. devastans* après 24 h et 72 h de traitement

Plante	Concentration d'extrait aqueux (g/ml)	Taux de mortalité (%) en fonction du temps (heure)		P
		24	72	
<i>Ricinus communis</i>	0,1	$60 \pm 0,7$ e	$64,4 \pm 0,38$ d	0,000
	0,2	$77,87 \pm 1,76$ c	$80 \pm 1,13$ c	
	0,4	$80 \pm 2,34$ c	100 a	
	0,6	$80 \pm 1,24$ c	100 a	
	0,8	$90,66 \pm 2,09$ b	100 a	
	1	100 a	100 a	
Témoin blanc		0 f	0 f	
Témoin de référence		100 a	100 a	

Tableau 7 : Concentration létale (CL₅₀ et CL₉₀) des extraits aqueux de *Zingiber officinale* et *Ricinus communis* sur les adultes de *P. devastans*

Extraits aqueux	Concentration létale (CL ₅₀) g/ml	Concentration létale (CL ₉₀) g/ml
<i>Zingiber officinale</i> (rhizome)	0,94	1,48
<i>Ricinus communis</i> (capsules)	0,09	0,20

Les moyennes suivies de la même lettre minuscule dans le tableau ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 % par le test de Student-Newman et Keuls **P** : probabilité du test ; ddl= 5 ; F= 119

5 DISCUSSION

L'efficacité des extraits aqueux de *Z. officinale* et *R. communis* a varié selon les concentrations de ces extraits et selon les différents stades de développement (œuf, larves et adultes) de *P. devastans*. Sur les œufs de 2 jours, une réduction de la fertilité de plus de 50 % a été obtenue à 1 g/ml avec les extraits de *Z. officinale* (54,15 %). Par contre, les extraits de *R. communis* ont entraîné une réduction totale de la fertilité des œufs de 2 jours à la concentration de 1 g/ml. Les taux de fertilité des œufs non traités étant de 100 %, l'on pourrait attribuer les faibles taux de fertilité obtenus à l'effet ovicide que ces extraits de plantes pourraient avoir. L'effet ovicide selon Dwivedi et Garg (2003), Ketoh et al. (2005) et Gotyal et al. (2014), dépend de la dose et serait dû à la pénétration facile des substances actives des extraits par la couverture délicate de la vitelline et la membrane du chorion. Ce qui inhiberait l'embryogenèse et, par conséquent, entraînant la mort de l'embryon en réduisant les taux de fertilité. De même, une action ovicide, a été mise en évidence sur les œufs de *Coelaenomenodera lameensis* (Coleoptera : Chrysomelidae) avec l'extrait aqueux de *R. communis* (Tano et al. 2012) et sur les œufs de *Schistosoma mansoni* (Schistosomatidae) (Hassan et al., 2016) avec l'extrait de *Z. officinale*. Les œufs de 5 jours ont été beaucoup moins sensibles que ceux de 2 jours, comparativement aux œufs d'autres insectes dont les plus âgés ont été plus fertiles que les œufs les plus jeunes. C'est le cas de *C. lameensis* (Tano et al., 2012). L'âge des œufs semble influencer l'effet ovicide des extraits de plantes. L'on pourrait expliquer la forte fertilité des œufs plus âgés par le durcissement du chorion qui avec l'âge perd sa perméabilité réduisant fortement la pénétration et l'action des substances actives des extraits.

Sur les différents stades larvaires les deux extraits semblent avoir un effet toxique. En effet, les larves ont été toutes sensibles aux extraits en fonction des concentrations de ceux-ci. Les deux premiers stades larvaires l'ont été encore plus avec des taux de mortalité allant jusqu'à 100%. L'extrait de *R. communis* a été plus efficace sur ces larves, car, il a eu un effet larvicide total à partir de la plus petite concentration (0,1 g/ml). Quant à l'extrait de *Z. officinale* c'est à partir de 0,6 et 0,8 g/ml qu'il a causé une mortalité totale des stades larvaires 1 et 2. Cette mortalité larvaire pourrait être due à la pénétration des composants bioactifs des extraits de plantes dans l'organisme de la larve soit par la voie orale ou par la paroi corporelle (Singh et al., 2016). Les composants

bioactifs endommageraient l'alignement épithélial du boyau (Abdel-Shafy et al. 2009). Ainsi, la pénétration de ces composants inhiberait-elle la production de l'ecdysone, conduisant à la mort des larves comme l'ont stipulé Islam et al. (2007). Sur les trois derniers stades larvaires, l'extrait de *Z. officinale* a, engendré plus de 50 % de mortalité à partir de 0,6 g/ml pour le stade 3, à partir de 0,8 g/ml pour le stade 4 et à partir de 1 g/ml pour le dernier stade. Par contre, l'extrait de *R. communis* a causé une mortalité totale des trois derniers stades à partir de 0,4 g/ml. La faible sensibilité aux extraits, des larves plus âgées par rapport aux plus jeunes a été notée sur les larves de : *Nezara viridula* (Hemiptera : Pentatomidae) (Riba et al., 2003) et de *C. lameensis* (Philippe, 1990 ; Tano et al., 2012). Cette faible sensibilité serait due au fait que les larves les plus âgées seraient relativement plus résistantes aux effets des extraits que les plus jeunes comme l'ont notifié Haubruge et Amichot (1998). En effet, plus la larve évolue, plus la cuticule devient plus résistante, constituant de ce fait, une barrière. Sur les adultes les extraits de *R. communis* ont causé une mortalité totale des adultes à 1 g/ml après 24 h et à partir de 0,4 g/ml après 72h. Par ailleurs, l'efficacité de *R. communis* a été justifiée par une CL₅₀ de 0,09 g/ml, contre une CL₅₀ de 0,94 g/ml pour *Z. officinale*. Ces résultats corroborent ceux des travaux de Adabie-Gomez et al. (2006), de Tano et al. (2012) et de Wachira et al. (2014) qui ont montré la très grande efficacité de *R. communis* sur *C. maculatus* (Coleoptera : Chrysomelidae), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) sur *C. lameensis* et sur *Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae). Des deux plantes testées, il ressort une efficacité plus marquée des extraits de *R. communis* sur les œufs, les larves et les adultes. En effet, l'efficacité de *R. communis* serait due à la ricine. En effet la ricine est une glycoprotéine présente dans les graines et les capsules des graines de *R. communis* (Hoizey et al, 2016). Elle appartient à la famille des RIP (*ribosomes-inactivating protein*) dont la cible moléculaire principale est le ribosome. La toxicité de la ricine résulte de son mécanisme d'action, par l'inactivation irréversible de la synthèse des protéines. Une fois entrée dans la cellule, une seule molécule de ricine peut bloquer le fonctionnement de plus de 1500 ribosomes par minute, entraînant la mort cellulaire. Ce qui confère à cette substance l'un des poisons les plus dangereux toxiques d'origine naturel existant (Walsh et al., 2003 ; Musshoff et Madea, 2009 ; He et al., 2010 et Franke et al., 2019). Aussi, les flavonoïdes isolés de *R. communis* ont-ils démontré

des activités insecticides considérables contre *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae) (Upsani *et al.*, 2003). Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires, constituant 5-10 % de la plante. Ceux-ci ont des effets toxiques sur les insectes qui incluent les effets insecticides et ovicides. L'activité insecticide est principalement due à l'inhibition de certaines voies enzymatiques vitales, dans lesquelles les flavonoïdes bloquent l'enzyme hydroxylase par l'action de cytochrome-P450 qui est impliqué dans le règlement de processus de mue des

insectes (Upsani *et al.*, 2003). Les flavonoïdes ont aussi été rapportés pour affecter l'ecdysone-20-monooxygénase de l'insecte, qui est responsable de la synthèse de 20-Hydroxyecdysone, un précurseur vital de l'hormone de croissance de l'insecte : l'ecdysone qui régule le cycle de vie des insectes puisqu'il amorce la mue et, par conséquent, la croissance jusqu'au stade adulte. Toute obstruction dans la synthèse de l'hormone affecte le cycle de développement de l'insecte (Singh et Kaur, 2016).

6 CONCLUSION

De façon générale, l'on a noté une action insecticide des deux plantes sur *P. devastans*. Cependant, les effets insecticides des plantes ont varié selon leurs concentrations, les stades de développement de *P. devastans* et aussi d'une plante à une autre. Sur les œufs, l'extrait de capsules de *R. communis* a entraîné une réduction totale de la fertilité à 1 g/ml et celui de *Z. officinale* a, quant à lui, induit une réduction d'environ 50 %. Les larves ont toutes été sensibles aux extraits, mais les deux premiers stades encore plus que les autres. Les extraits de capsules de *R. communis* ont eu les effets larvicides les plus forts et ce à partir de la plus petite concentration. Les extraits de *Z. officinale* ont aussi eu des effets larvicides, mais à des concentrations plus élevées. Les concentrations létales (CL₅₀ et CL₉₀) les plus faibles, obtenues chez

les adultes ont été celles des extraits de capsules de *R. communis*. L'évaluation de l'effet insecticide des deux extraits de plantes a révélé une efficacité plus élevée de l'extrait aqueux des capsules de *R. communis* sur tous les différents stades de développement de *P. devastans*. Ces résultats pourraient constituer une solution alternative ou complémentaire à l'utilisation des pesticides organiques de synthèse pour la protection des noix immatures de coco. Le développement de bioinsecticides à partir d'extraits s'inscrit dans le cadre de l'agriculture et du développement durable. La Côte d'Ivoire recèle une flore abondante et diversifiée susceptible de fournir de nouvelles sources de composés d'origine végétale à propriétés phytopharmaceutiques.

6 REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par le Fond Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricole (FIRCA)

7 REFERENCES

- Abbott WS: 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Abdel-Shafy S, El-Khateeb RM, Soliman MM. and Abdel-Aziz MM: 2009. The efficacy of some wild medicinal plant extracts on the survival and development of third instar larvae of *Chrysomya albiceps* (Wied) (Diptera: Calliphoridae). *Tropical Animal Health and Production* 41: 1741-1753.
- Adabie-Gomez AD, Monford KG, Agyir-Yawson, Owusu-Biney. and Osae M: 2006. Evaluation of four local plant species for insecticidal activity against *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae). *Ghana Journal of Agricultural Science* 39 (2): 147-154.
- Allou K, Doumbia M. and Atta-Diallo M: 2006. Influence de trois facteurs sur le peuplement d'Oecophylles dans la lutte biologique contre la punaise du cocotier en Basse Côte-d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 18 (1) : 33-40.
- Aouinty B, Oufara S, Mellouki F. and Mahari S : 2006. Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnologie, Agronomie Société et Environnement* 10 (2) : 67-71.
- Assa RR, Konan JL, Nemlin J, Prades A, Agbo N. and Sie R : 2006. Diagnostic de la cocoteraie

- paysanne du littoral ivoirien. *Sciences et Nature* 3 (2) : 113-120.
- Doh F, Yao MDS, Issali AE. and Allou K: 2014. Incidence des attaques de la punaise *Pseudotheraptus Devastans* (Distant) (Heteroptera : Coreidae) sur trois variétés hybrides de cocotier, PB 113+, PB 121+ ET NVS x GVT en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8 (6): 2650-2658.
- Dwivedi SC. and Garg S: 2003. Toxicity evaluation of flower extract of *Lantana camara* on the life cycle of *Conyra cephalonica*. *Indian Journal of Entomology* 65 (3): 330–334.
- Fataye A. and De Taffin G: 1989. Lutte intégrée contre *Pseudotheraptus devastans* et espèces voisines. *Oléagineux* 44 (11): 325-428.
- FAO and Oil World (2010). Perspective de l'alimentation. Evaluation des marchés. Département économiques et sociales. www.Fao.org (consultation novembre 2011) ; pp 36-107
- Finney DJ: 1971. Probit analysis. Cambridge university press, 3rd edition; 333p.
- Franke H, Scholl R. and Aigner A: 2019. Ricin and Ricinus communis in pharmacology and toxicology-from ancient use and “Papyrus Ebers” to modern perspectives and “poisonous plant of the year 2018”. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology* 392:1181–1208
- Gotyal BS, Srivastava C. and Walia S: 2014. Toxicity of *Lantana camara* Leaf Extracts against Almond Moth, *Cadra cantella* (Walker). *The Proceedings of the National Academy of Sciences, India, Section B Biological Sciences* 86: 199.
- Gunn Bee F, Baudoin L. and Olsen KM: 2011. Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in the Old World Tropics. *PLoS ONE* 6 (6): 21143.
- Hassan F, Abed GH, Abdel-Samii MAZ. and Omar HM: 2016. Antischistosomal Activity of Ginger Aqueous Extract against Experimental *Schistosoma Mansoni* Infection in Mice. *Biomark Journal* 2: 2.
- Haubruge E. and Amichot M: 1998. Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 2 (3): 161-174.
- He X, McMahon S, Henderson TD, Griffey SM. and Cheng LW: 2010. Ricin toxicokinetics and its sensitive detection in mouse sera or feces using immuno-PCR. *PLoS ONE* 25:1-8.
- Hoizey G, Cheze M, Villa A, Muckensturm A, Pepin G, Garnier R. and Deveaux M: 2016. Intoxication volontaire par la ricine : description d'un cas avec détermination des concentrations de ricinine dans le sang et l'urine. *Toxicologie Analytique & Clinique* 28: 43-49.
- Islam MD, Latif MA, Begum R, Razzaque MA. and Akhtar-Akhy A: 2007. Effect of neem oil on food consumption growth and development of jute hairy caterpillar *Spilarctia obliqua* (Alker) *International Journal of Sustainable Agricultural Technology* 3 (4): 1-5.
- Johnson F, Séri-Kouassi B, Aboua LRN, Békon K. and Foua-Bi K: 2006. Utilisation de poudres et d'extraits totaux issus de plantes locales des genres *Ocimum* sp. et *Menta* sp. comme biopesticides dans la lutte contre *Callosobruchus maculatus* FAB. *Agronomie Africaine* 18 (3): 221-223.
- Ketoh GK, Koumaglo HK. and Glitho IA: 2005. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* Rondani (Hymenoptera:Pteromalidae). *Journal of Stored Products Research* 41: 363-371.
- Konan JL, Allou K, Diallo Atta H, Yao Saraka D, Koua B, Kouassi N, Benabid R, Michelutti R, Scott J. and Arocha-Rosete: 2013. First report of the molecular identification of the phytoplasme associated with a lethal yellowing-type disease of coconut palm in Côte d'Ivoire. *New Disease Report* 28: 3.
- Konan JL, Allou K, N'goran A, Diarrasouba L. and Ballo K: 2006. Bien Cultiver le Cocotier en Côte d'Ivoire. Direction des programmes de recherche et de l'appui au développement (CNRA) Abidjan, 4 p.
- Koua KH: 2008. Répartition spatio-temporelle des populations et physiologie de l'adigestion de *Coelaenomenodera lameensis* Berti et Mariau (Coleoptera :chrysomelidae), ravageur du palmier à huile. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences. Université de Cocody (Côte d'Ivoire), 152 p.

- Makambila C: 1994. The fungal diseases of casava in the Republic of Congo, Central Africa. *African Crop Science Journal* 2 (4): 511-517.
- Mitchelle PL: 2004. Heteroptera as vector of plant pathogens. *Neotropical Entomology* 33(5): 519-545.
- Mollah JU. and Islam W: 2007. Toxicity of *Thevetia peruviana* (Pers) Schum. Extract to adults of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Agriculture & Rural Development*, 5 (1 & 2): 105-109.
- Musshoff F. and Madea B: 2009. Ricin poisoning and forensic toxicology. *Drug Test Anal* 1:184-91.
- Ouvrier M, Zakra N, Sangare A. and N'cho YP: 1995. Inventaire de la cocoteraie ivoirienne. Rapport de mission. IDEFOR, Abidjan, 33p
- Philippe R : 1990. Etude de l'action de l'Evisect S sur *Coelaenomenodera minuta* (Coleoptera - Chrysomelidae - Hispinae). *Oléagineux* 45 (4) : 143-163.
- Philogène BJR, Regnault-Roger C. and Vincent C: 2002. Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. In : *Biopesticides d'origine végétale*, éditeurs : Tech & Doc, Paris ; 1-17.
- Riba M, Martí J. and Sans A : 2003. Influence of azadirachtin on development and reproduction of *Nezara viridula* (Heteroptera, Pentatomidae). *Journal Applied Entomology* 127: 37-41
- Séri-kouassi BP, Kanko C, Aboua LRN, Bekon KA, Glitho A, Koukoua G. and N'Guessan YT: 2004. Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F du niébé. *Elsevier* 7 (10-11): 1043-1046
- Singh A. and Kaur J: 2016. Toxicity of Leaf Extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) Against the Third Instar Larvae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *American Journal of BioScience. Special Issue: Recent Trends in Experimental Toxicology* 4 (3-1): 5-10.
- Tah GTT, Séri-Kouassi B, Aboua LRN. and Koua KH: 2011. Insecticidal Activity of Essential Oil of *EucalyptusPlatyphylla* and *Mentha Piperita* on Cocoa Bean Stocks Insects. *European Journal of Scientific Research* 49 (2): 177-186.
- Tano DKC, Aboua LRN, Seri-Kouassi BP. and Koua KH: 2012. 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: 120-135.
- Tounou AK, Mawussi G, Amadou S, Agboka K, Gumedzoe YMD. and Sanda K: 2011. Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. *Journal of Applied Biosciences* 43 (2): 899-914.
- Upsani SM, Koltkar HM, Mendki PS. and Maheshwari VL: 2003. Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L. foliage flavonoids. *Pest Management Science* 59: 1349-1998.
- Van Der Vossen, H.A.M., Chipungahelo, G.S.E., 2007. *Cocos nucifera* L. In: Van der Vossen H and Mkamilo G.S. (Editeurs). PROTA 14 : Végétales oils/*Oléagineux* [CD-ROM]. PROTA, 1-17, Wagenigen, Pays Bas.
- Wachira SW, Omar S, Jacob JW, Wahome M, Alborn HT, Spring DR, Masiga DK. and Torto B: 2014. Toxicity of six plant extracts and two pyridone alkaloids from *Ricinus communis* against the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Parasites & Vectors* 7 :312
- Walsh MJ, Dodd JE. and Hautbergue GM: 2003. Ribosome-inactivating proteins: potent poisons and molecular tools. *Virulence* 4 (8) : 774-784.