

Évaluation de l'efficacité de l'insecticide Pyréthrum 5 EW comparée à la Boradyne super 45 EC contre les ravageurs du cacaoyer (*Theobroma Cacao L*)

Kouadio Dagobert KRA^{1*}, Koffi Eric KWADJO¹, Bleu Gondo DOUAN²,
Franceline Suame KOUAKOU¹ et Mamadou DOUMBIA¹

¹ Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, Unité Santé des Plantes du Pôle Production Végétale,
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

² Université Peleforo Gbon Coulibaly de Korhogo, UFR Sciences Biologiques, BP 1328, Korhogo, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : luckaskra@gmail.com

Résumé

Ce travail porte sur l'évaluation de l'efficacité du Pyréthrum (insecticide biologique) sur les ravageurs du cacaoyer. Trois doses (0,75 L / Ha, 1 L / Ha et 1,5 L / Ha) de cet insecticide biologique (produit essai) ont été utilisées contre la dose recommandée (0,75 L / Ha) de la Boradyne (produit de référence). Les résultats obtenus après 5 h, 24 h et 48 h de traitement montrent que la demi-dose (0,75 L / Ha) et la simple dose (1 L / Ha) du Pyréthrum sont insuffisantes pour réduire les populations de ravageurs du cacaoyer après un délai de 48 h. Par contre la double dose du Pyréthrum a permis d'avoir des mortalités d'insectes similaires à celles de la Boradyne. La double dose présente par ailleurs statistiquement les mêmes niveaux d'efficacité sur les nuisibles et les autres insectes que le produit de référence après le délai d'essai de 48 h. Le Pyréthrum peut donc être utilisé à la dose de 1,5 L / Ha au même titre que la Boradyne pour le contrôle des ravageurs du cacaoyer.

Mots-clés : *ravageurs du cacao, insecticide, Pyréthrum, Boradyne.*

Abstract

Evaluation of the effectiveness of Pyrethrum 5 EW insecticide compared to Boradyne super 45 EC against cocoa pests (*Theobroma Cacao L*)

This work deals with the evaluation of the effectiveness of Pyrethrum (biological insecticide) on cocoa pests. Three doses (0.75 L / Ha, 1 L / Ha and 1.5 L / Ha) of this biological insecticide (test product) and the recommended dose (0.75 L / Ha) of Boradyne (reference product) were used. The results obtained after 5 h, 24 h and 48 h of treatment show that the half dose (0.75 L / Ha) and the single dose (1 L / Ha) of Pyrethrum are insufficient to reduce cocoa pest populations after 48 hours. On the other hand, the double dose of Pyrethrum allowed having insect mortalities similar to those of Boradyne. The double dose statistically displays the same levels of effectiveness on pests and other insects as the reference product after 48 h test period. Pyrethrum can therefore be used at the rate of 1.5 L / Ha as well as Boradyne to control cocoa pests.

Keywords : *cocoa pests, insecticide, Pyrethrum, Boradyne.*

1. Introduction

Le cacaoyer (*Theobroma cacao*) est une plante ligneuse pérenne originaire du continent Américain [1, 2]. Il était déjà cultivé par les civilisations Mayas au Mexique [3] et ne sera introduit en Afrique de l'Ouest et principalement en Côte d'Ivoire qu'à partir du XIX^{ème} siècle [4]. Le cacaoyer est un arbre fruitier qui revêt une importance économique particulière pour les Pays tropicaux humides où il est cultivé, notamment en Côte d'Ivoire, qui est le premier producteur mondial avec plus de 42 % de la production mondiale [5]. En Côte d'Ivoire, le cacao représente à lui seul, 35 % des produits d'exportation [6]. En 2015 et 2016, la production ivoirienne a été estimée à 1 570 000 tonnes de fèves de cacao [7]. Ce sont ses graines qui après fermentation, séchage et torréfaction, donnent le cacao marchand, matière première utilisée pour la fabrication du chocolat [8 - 10] considéré comme un produit de luxe. Souvent cultivé sous forêt et dans de petites exploitations familiales dont la taille moyenne est d'environ 6 hectares, il permet ainsi de lutter contre l'érosion et contribue au maintien de la biodiversité et de la reconstitution du sol [3]. Aujourd'hui, plus de plusieurs millions de personnes dans le monde dépendent directement de la culture du cacao pour assurer leur existence. Le cacao produit en Côte d'Ivoire est de la variété Forastero qui est caractérisé par des fruits de couleur jaune à maturité avec des fèves de grosseur moyenne. Depuis plusieurs années la cacaoculture ivoirienne est soumise à de nombreuses contraintes au sein desquelles nous pouvons citer le fléau des ravageurs et des maladies causées par certains agents pathogènes [11].

On estime qu'environ 30 % des récoltes de cacao dans le monde sont perdus du fait de ces ravageurs et de ces maladies. Pour combattre ces fléaux, la lutte chimique était envisagée, mais cette lutte reste toutefois difficile à vulgariser à cause des coûts onéreux des produits chimiques et la pénibilité du travail pour le paysan [12 - 14]. A cela, il faut ajouter les exigences de la qualité du cacao (présence de résidus) et de la protection de l'environnement qui n'encourageraient pas les applications effrénées des produits chimiques [15]. L'utilisation de produits chimiques doit en tout état de cause être limitée afin de réduire la pollution de l'environnement et les risques pour la santé des agriculteurs et consommateurs des produits dérivés du cacao [16]. Ainsi d'autres produits susceptibles de respecter l'environnement et avec moins de risques de résidus sont utilisés. C'est dans ce cadre que le Pyréthrum, insecticide biologique d'origine naturelle a été proposé par une firme, Agropharm dans la lutte contre les insectes nuisibles du cacaoyer. L'objectif général de cette étude est d'évaluer l'efficacité de ce produit contre les ravageurs du cacaoyer afin d'accroître sa production. Il s'agit plus spécifiquement de déterminer la dose optimale d'utilisation pour la réduction des populations d'insectes nuisibles du cacaoyer. Ensuite comparer cette efficacité à celle de la Boradyne, et enfin évaluer l'efficacité des traitements à base de Pyréthrum sur la production du cacaoyer.

2. Méthodologie

2-1. Site expérimental

L'étude a été réalisée dans trois villages (ou centre) du département de San-Pedro, Adjaméné, Béréby, Touih, et un village du département de Guiglo, Zagné. Le département de San-Pedro situé au Sud-ouest de la Côte d'Ivoire entre la latitude 4°44'N et la longitude 6°38'O couvre une superficie de 6912 km² [17]. Il constitue l'une des principales zones de productions de cacao. Le département de Guiglo est situé à l'ouest de la Côte d'Ivoire entre la latitude 6°32'N et la longitude 7°29'O. Ce département est aussi une zone de production de cacao.

2-2. Matériel de collecte

Il est constitué d'un insecticide biologique, le Pyréthrum 5 EW extrait des chrysanthèmes africains, de matière active pyréthrine et qui a la particularité de se décomposer rapidement en présence de lumière, d'air et de

chaleur. La Boradyne super 45 ZC (50 g / L), de matière active thiamétoxam (30 g / L) + lambdacyhalothrine (15 g / L) un insecticide chimique, est une Pyréthrianoïde de synthèse appartenant à la famille des Néonicotinoïdes.

2-3. Dispositif expérimental

L'essai a consisté à évaluer sur des arbres de cacaoyer infestés d'insectes, l'effet de choc et de mortalité dû au Pyréthrum. Pour cela, nous avons testé trois doses, à savoir la demi-dose, la dose normale et la double dose. Ces différentes doses sont comparées à un produit de référence homologué à la dose normale et à un témoin non traité. Les différents traitements sont effectués deux fois, à chacune des périodes de traitement préconisées : en Juillet-Août et en Décembre-Janvier. Le dispositif expérimental a été implanté sur une parcelle d'un hectare. Sur cette parcelle sont matérialisées 5 parcelles élémentaires de 25 m × 30 m qui contiennent environ 100 arbres. Chaque parcelle élémentaire est séparée des autres par au moins deux rangées de cacaoyers qui ne sont pas traités afin d'éviter les dérives de traitement d'une parcelle sur une autre. Tous les arbres d'une parcelle élémentaire ont reçu le traitement approprié : Pyréthrum demi-dose, simple dose, double dose, produit homologué et témoin non traité (*Tableau 1*). Sur chaque parcelle 12 arbres sont choisis aléatoirement. C'est sur ces arbres que sont faites les observations.

Tableau 1 : Détails des différents traitements appliqués

Codes	Produits	Matière actives	Doses d'emploi (L / Ha)
T0	Non traité		
T1	Boradyne super 45 ZC	Thiamétoxam (30 g / L) + lambdacyhalothrine (15 g / L)	0,75
T2	Pyréthrum 5 EW	Pyréthrine (50 g / L)	0,75
T3	Pyréthrum 5 EW	Pyréthrine (50 g / L)	1
T4	Pyréthrum 5 EW	Pyréthrine (50 g / L)	1,5

T0 : Témoin, T1 : Boradyne, T2 : Pyréthrum (demi-dose), T3 : Pyréthrum (simple dose), T4 : Pyréthrum (double dose)

2-4. Application des traitements

Les parcelles élémentaires sont matérialisées par des marques de peinture sur les arbres en bordure ou des bandes de chantier attachées au tronc. Les volumes de bouillies à préparer ont permis le traitement de l'ensemble des arbres de chaque parcelle élémentaire. La quantité de matière active à mélanger a été déterminée en fonction des recommandations du fournisseur. Les applicateurs ont respecté les mesures de sécurité et de préservation des points d'eau pour la préparation des bouilles, l'application des traitements et le nettoyage du matériel après application. L'application consiste à déposer une bâche de 4 m² (2 m × 2 m) sous les arbres observés de sorte à pouvoir récupérer l'ensemble des insectes tués et qui tombent de l'arbre à la suite des traitements (*Photo 1*). Les pulvérisations sont effectuées sur l'ensemble de la parcelle élémentaire à l'aide d'un atomiseur aux différentes doses du Pyréthrum et du produit de référence. Les observations sont faites sur les arbres sélectionnés en identifiant et en dénombrant les insectes tombés sur les bâches 5, 24 et 48 heures après traitement. Après 48 heures on a procédé au lessivage général en pulvérisant sur les arbres de chacune des parcelles élémentaires (témoin non traité compris) avec un autre produit, Callifan super 40 EC (20 g / L acétamipride + 20 g / L bifenthrine) à double dose, et cela après le deuxième traitement.



Photo 1 : Pose des bâches sous les cacaoyers

2-5. Observation

Pour l'évaluation de l'efficacité des traitements, les insectes tombés sur les bâches sont collectés à différents temps c'est-à-dire 5 h, 24 h, et 48 h après le traitement. Ils sont directement mis dans des piluliers contenant de l'alcool dilué à 70 % pour être acheminé au laboratoire. L'évaluation sur la production est mesurée par comptage des cabosses sur les arbres marqués de chacune des parcelles élémentaires. Ce comptage s'effectue toutes les deux semaines du traitement jusqu'à la fin de la grande traite. Ce comptage est effectué par les agronomes ou les stagiaires présents sur les centres PACTS (centre d'accueil du projet). Une légère marque à la peinture alimentaire est apposée sur les cabosses comptées pour être sûr de ne pas les compter deux fois.

2-6. Identification

L'identification consiste à situer chaque insecte en donnant son ordre et sa famille (pour les Coléoptères, les Héteroptères et Homoptères) à l'aide de loupe binoculaire et des clés d'identification de [18]. Les insectes identifiés sont conservés dans des piluliers contenant de l'alcool dilué à 70 %. Après identification, deux groupes d'insectes sont constitués sur la base de leur régime alimentaire. Ces deux groupes sont les nuisibles et autres insectes. Ainsi, les mirides, les psylles et les borers sont considérés comme nuisibles. Les autres individus excepté ceux précités sont considérés comme autres insectes.

2-7. Traitements des données

Les insectes morts collectés par centre et par traitement ont été soumis à différentes analyses statistiques avec le logiciel STATISTICA 7.1. Le pourcentage d'efficacité des produits testés après le lessivage a été calculé selon la **Formule** suivante :

$$\% \text{ efficacité} = [Pt / (Pt + Pl)] \times 100 \quad (1)$$

Pt étant la population de l'ensemble des insectes tués par le produit testé au bout de 48 h, *Pl* la population d'insectes tués après lessivage général à 48 h et (*Pt + Pl*) la population initiale d'insectes.

3. Résultats

3-1. Effectifs des insectes morts par traitement et par période d'observation

Après le traitement des arbres, les insectes morts collectés sur les bâches ont été dénombrés par traitement en tenant compte des deux groupes considérés. Les **Tableaux 2 à 5** ci-dessous présentent respectivement les résultats des comptages d'insectes morts collectés sur les bâches et par traitement à Béréby, Adjaméné, Touih et Zagné. L'analyse des tableaux montre que les effectifs totaux (Total global) des populations d'insectes sont plus ou moins identiques sur l'ensemble des parcelles d'essais sur chaque centre. En effet, le lessivage après 48 h des témoins non traités montre des effectifs totaux d'insectes proches des valeurs des effectifs totaux des insectes morts obtenus suite aux traitements des arbres par le Pyréthrum et la Boradyne. Ce qui montre que les niveaux d'infestations des parcelles sont plus ou moins identiques. A 5 h et 24 h d'observation, les effectifs des nuisibles et des autres insectes ravageurs morts sont élevés pour toutes les doses du Pyréthrum et de la Boradyne (**Tableaux 2 à 5**) sur tous les centres. Cependant, les effectifs des nuisibles et autres insectes ravageurs morts sont faibles après 48 h d'observation sur les traitements à base du Pyréthrum sur tous les centres (**Tableaux 2 à 5**). Concernant la Boradyne, les effectifs sont relativement élevés sur le centre de Béréby (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Effectifs des insectes morts par traitement et par période d'observation à Béréby

Traitement	Insectes	Période de comptage après traitement			Lessivage	Total par groupe	Total global
		5 h	24 h	48 h			
T0	Nuisibles	0	0	0	20	20	551
	Autres	0	0	0	531	531	
T1 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	8	4	11	4	27	594
	Autres	132	221	195	19	567	
T2 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	2	1	2	18	23	562
	Autres	25	92	60	362	539	
T3 (1 L / Ha)	Nuisibles	4	2	1	12	19	571
	Autres	122	111	76	243	552	
T4 (1,5 L / Ha)	Nuisibles	13	6	4	1	24	609
	Autres	275	287	22	1	585	

T0 : Témoin, T1 : Boradyne, T2 : Pyréthrum (demi-dose), T3 : Pyréthrum (simple dose), T4 : Pyréthrum (double dose)

Tableau 3 : Effectifs des insectes morts par traitement et par période d'observation à Adjaméné

Traitement	Insectes	Période de comptage après traitement			Lessivage	Total par groupe	Total global
		5 h	24 h	48 h			
T0	Nuisibles	0	0	0	19	19	124
	Autres	0	0	0	105	105	
T1 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	8	11	0	2	21	130
	Autres	84	12	9	4	109	
T2 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	1	1	0	17	19	126
	Autres	44	16	2	45	107	
T3 (1 L / ha)	Nuisibles	2	1	0	15	18	127
	Autres	68	13	6	22	109	
T4 (1,5 L / ha)	Nuisibles	10	11	0	2	23	138
	Autres	97	16	2	0	115	

T0 : Témoin, T1 : Boradyne, T2 : Pyréthrum (demi-dose), T3 : Pyréthrum (simple dose), T4 : Pyréthrum (double dose)

Tableau 4 : Effectifs des insectes morts par traitement et par période d'observation à Touih

Traitement	Insectes	Période de comptage après traitement			Lessivage	Total par groupe	Total global
		5 h	24 h	48 h			
T0	Nuisibles	0	0	0	35	35	84
	Autres	0	0	0	49	49	
T1 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	18	15	2	3	38	93
	Autres	29	20	2	4	55	
T2 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	8	1	1	23	34	88
	Autres	4	5	10	36	55	
T3 (1 L / Ha)	Nuisibles	12	11	0	12	35	89
	Autres	22	11	3	18	54	
T4 (1,5 L / Ha)	Nuisibles	23	12	4	1	40	98
	Autres	33	22	3	0	58	

T0 : Témoin, T1 : Boradyne, T2 : Pyréthrum (demi-dose), T3 : Pyréthrum (simple dose), T4 : Pyréthrum (double dose)

Tableau 5 : Effectifs des insectes morts par traitement et par période d'observation à Zagné

Traitement	Insectes	Période de comptage après traitement			Lessivage	Total par groupe	Total global
		5 h	24 h	48 h			
T0	Nuisibles	0	0	0	52	52	547
	Autres	0	0	0	465	495	
T1 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	38	13	5	2	58	560
	Autres	286	189	20	7	502	
T2 (0,75 L / Ha)	Nuisibles	18	7	2	31	58	554
	Autres	20	12	6	458	496	
T3 (1 L / Ha)	Nuisibles	25	10	6	14	55	552
	Autres	254	164	2	77	497	
T4 (1,5 L / Ha)	Nuisibles	42	16	1	1	60	567
	Autres	315	171	18	3	507	

T0 : Témoin, T1 : Boradyne, T2 : Pyréthrum (demi-dose), T3 : Pyréthrum (simple dose), T4 : Pyréthrum (double dose)

3-2. Efficacité des traitements

Les valeurs obtenues à la suite du dénombrement des insectes permettent de calculer l'efficacité de chaque traitement à l'égard des nuisibles et de l'ensemble des insectes collectés. Les valeurs d'efficacité spécifiques aux nuisibles après 48 h d'essai, montrent que les doses de 0,75 L / Ha et 1 L / Ha de Pyréthrum présentent des niveaux d'efficacité faibles sur tous les centres par rapport au produit de référence le Boradyne (**Tableau 6**). La dose de 1,5 L / Ha de Pyréthrum présente après 48 h, des niveaux d'efficacité spécifiques aux nuisibles proches aux niveaux d'efficacité spécifiques observés avec l'application du produit de référence la Boradyne à la dose de 0,75 L / Ha sur tous les centres (**Tableau 6**). Pour les efficacités globales, le Pyréthrum à la dose de 1,5 L / Ha est aussi efficace sur l'ensemble des insectes du cacaoyer que l'est la Boradyne à la dose de 0,75 L / Ha après 48 h (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Pourcentages d'efficacité des traitements dans les quatre villages

Traitements	Efficacité contre les nuisibles (%)				Efficacité globale (%)			
	B	A	T	Z	B	A	T	Z
Boradyne 0,75 L / Ha (simple dose)	85,18	90,48	92,11	96,55	96,13	95,38	92,47	98,39
Pyréthrum 0,75 L / Ha (demi-dose)	21,75	10,53	30,30	46,55	32,38	50,79	32,95	11,73
Pyréthrum 1 L / Ha (simple dose)	36,84	16,67	65,71	74,54	55,34	70,86	66,29	83,51
Pyréthrum 1,5 L / Ha (double dose)	95,83	91,30	97,50	98,33	99,67	98,55	98,97	99,29

B : Béréby, A : Adjaméné, T : Touih, Z : Zagné

3-3. Impact sur la production de cacao

Au niveau des cabosses des pieds traités et non traités, les totaux sont statistiquement différents. Les pieds traités avec la Boradyne ont la moyenne en cabosse la plus élevée (1183 cabosses) suivie de la double dose du Pyréthrum (1061 cabosses) qui sont statistiquement différents du témoin. Le témoin a la moyenne la plus faible (*Tableau 7*).

Tableau 7 : Nombre moyen de cabosses de cacao par pied en fonction du traitement

Traitement	Nombre moyen de cabosses
T0 Témoin	560,5b
T1 Boradyne (simple dose)	1183a
T2 Pyréthrum (demi-dose)	785,5ab
T3 Pyréthrum (simple dose)	851,5ab
T4 Pyréthrum (double dose)	1061a
P	0,046

3-4. Discussion

Le comportement du Pyréthrum montre au regard des résultats obtenus que le produit agit efficacement déjà à 5 h et à 24 h. Les mortalités sont donc immédiates et plus élevées à partir de la simple dose (1 L / Ha). Il en est de même du produit de référence Boradyne sauf que dans certains cas cette mortalité augmente ou reste stationnaire après 48 h. Cela est lié à la nature des deux produits. En effet, la Boradyne dont les matières actives sont le thiaméthoxam (un néonicotinoïde) et le lambda-cyhalothrine (un pyréthrianoïde de synthèse) provoquent une paralysie mortelle des insectes. Il agit par contact et par ingestion, et peut donc causer une mort immédiate ou une mort progressive. C'est ce qui expliquerait l'augmentation de la mortalité constatée après 48 h à Béréby. C'est pour cette raison que les Auteurs de [19] affirment que les effets générés par l'exposition à ces substances peuvent être immédiats et fatals mais également chroniques. Il faut noter aussi

que la toxicité des pesticides augmente avec la combinaison de deux matières actives, d'où l'utilisation de plusieurs matières actives aujourd'hui pour le contrôle des ravageurs. Cela a été montré par les Auteurs de [20] qui ont expérimenté l'impact de plusieurs insecticides sur des auxiliaires. En effet, ils ont pu montrer que la combinaison de plusieurs matières actives avait une plus grande toxicité sur les auxiliaires comme les abeilles. Cela expliquerait aussi l'augmentation de la mortalité engendrée par la Boradyne. Il a été aussi montré que même l'utilisation seule du lambda-cyhalothrine entraîne une mortalité de prédateurs intraguildes en verger de pommier [21]. Quant au Pyréthrum, c'est un insecticide biologique dont la matière active est la pyréthrine, un produit issu des chrysanthèmes africains. Il agit par contact et provoque aussi la paralysie des insectes suivie d'une mort immédiate. Cela expliquerait le fort taux de mortalité à partir de 5 h et 24 h pour les différentes doses, particulièrement la simple dose et la double dose. Ces résultats sont similaires à ceux des Auteurs de [22] qui ont expérimenté l'efficacité des huiles essentielles sur des adultes de Coléoptères. En effet, les plus fortes doses de ces huiles ont tué la majorité de la population de ces Coléoptères dès les premiers moments d'exposition comme l'ont fait les insecticides utilisés à 5 h et à 24 h d'observation. Cet insecticide présenterait encore des toxicités similaires à celles de l'huile essentielle extraite des feuilles séchées de *Juniperus phoenicea*. Les Auteurs de [23] ont montré que cette huile présente une toxicité élevée sur un insecte des denrées stockées.

Mais, il faut noter que la demi dose du Pyréthrum (0,75 L / Ha), de même que la dose proposée comme normale (1 L / Ha) pour les essais de la part de la firme Agropharm sont biologiquement insuffisantes pour le contrôle des nuisibles et des insectes ravageurs du cacaoyer après le délai d'essai de 48 h. Par contre, la double dose de Pyréthrum (1,5 L / Ha) présente statistiquement les mêmes niveaux d'efficacité sur les nuisibles que le produit de référence qui est la Boradyne après le délai d'essai de 48 h. Aussi, le calcul des efficacités globales des traitements montre que le Pyréthrum à la dose de 1,5 L / Ha contrôle les ravageurs insectes du cacaoyer au même degré d'efficacité que le produit de référence qui est la Boradyne après le délai d'essai de 48 h. Cela supposerait que le Pyréthrum avec une seule matière active peut être utilisé au même titre que la Boradyne dont l'efficacité a déjà été prouvée pour le contrôle des ravageurs du cacao. Les parcelles ayant reçu les traitements à base de Pyréthrum et de Boradyne présentent des nombres moyens de cabosses qui sont statistiquement différents de celle du témoin. Cependant, c'est le nombre moyen des cabosses traitées par la double dose qui suit celui des cabosses traitées par la Boradyne. Le Pyréthrum permettrait d'augmenter le nombre de cabosses et donc certainement le rendement. C'est pourquoi il est important d'envisager l'utilisation de ces insecticides biologiques qui laisseraient non seulement moins de résidus dans les fèves de cacao, mais aussi amélioreraient la productivité [24]. C'est dans cette optique que les Auteurs de [25] pensent que l'utilisation des Biopesticides se présente comme une alternative en Afrique.

4. Conclusion

L'efficacité de l'insecticide Pyréthrum a été montrée et comparée à celle de la Boradyne dans quatre villages situés au sud-ouest et à l'ouest de la Côte d'Ivoire. Les résultats obtenus après les deux campagnes de traitements montrent que sur les trois doses utilisées (0,75 L / Ha ; 1 L / Ha et 1,5 L / Ha), seule la double dose (1,5 L / Ha) présente une meilleure efficacité contre les nuisibles et autres insectes du cacaoyer. Le nombre de cabosses obtenu sur pieds avec cette dose est similaire à celui obtenu par la Boradyne. A cette dose, le Pyréthrum peut augmenter la production cacaoyère. Le Pyréthrum à la dose de 1,5 L / Ha est efficace au même titre que la Boradyne et peut être donc recommandé pour le traitement contre les insectes du cacaoyer. L'utilisation de cet insecticide biologique pourrait permettre une production cacaoyère durable compte tenu de sa moindre influence sur la santé des producteurs et de l'environnement.

Remerciements

Les Auteurs expriment leur gratitude aux structures AGROPHARM, GIZ, RIABD et CEMOI qui ont permis la réalisation de ces travaux.

Références

- [1] - J. C. MOTAMAYOR, Etude de la diversité génétique et de la domestication des cacaoyers du groupe Criollo (*Theobroma cacao L.*) à l'aide de marqueurs moléculaires. Motamayor Juan Carlos. Thèse de doctorat, Sciences de la vie. Orsay : Université de Paris-Sud, France, (2001) 179 p.
- [2] - F. HUTZ-ADAMS, C. HUBER, I. KNOKE, P. MORAZAN et M. MURLEBACH, Renforcer la compétitivité de la production de cacao et augmenter le revenu des producteurs de cacao en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale. Südwinde.V., Bonn, Allemagne, (2016) 174 p.
- [3] - J. BRAUDEAU, Le cacaoyer - Maisonneuve et Larose, Paris, (1969) 304 p.
- [4] - L. BURLE, Le cacaoyer. Tome deuxième. Éditions G.-P. Maisonneuve et Larose, Paris, France, (1962) 486 - 491 p.
- [5] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Cocoa year 2014/15, Vol. XLI, N° 4 (2015) 1 p.
- [6] - CCI-CI, La filière café cacao en bref, fiche sectorielle, Informations : Chambre de Commerce et d'Industrie de Côte d'Ivoire (CCI-CI), (2013) 2 p.
- [7] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Cocoa year 2015/16, Vol. XLII, N° 3 (2016) 1 p.
- [8] - C. CILAS, R. MACHADO et J. C. MOTAMAYOR, Distribution du nombre de graines par cabosse chez plusieurs clones de cacaoyer : un caractère à prendre en compte pour l'amélioration des rendements. Dans : 16ème Conférence internationale sur la recherche cacaoyère. Lagos : Cocoa Producers' Alliance, Bali (Indonésie), (2011)
- [9] - E. E. FONKENG, Cocoa yield evaluation and some important yield factors in small holder *Theobroma cacao* agroforests in Bokito-centre Cameroun. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur Agronome, Université Dschang, Cameroun, (2014) 72 p.
- [10] - D. P. NEIRA, Energy sustainability of Ecuadorian cacao export and its contribution to climate change. A case study through product life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 112 (4) (2016) 2560 - 2568
- [11] - M. ADJA, P. G. TOKRO, S. AIDARA, M. G. TAHI et K. H. KOUA, Influence de la hauteur des cacaoyers et des facteurs climatiques sur la densité des populations de miridae (Hétéroptères) à Duekoue, Ouest de la Côte d'Ivoire, (2005) 180 - 181 p.
- [12] - J. L. PEREIRA, Chemical control of Phytophthora pod rot of cacao in Brazil. *Cocoa Growers Bull*, 36 (1985) 23 - 38
- [13] - R. H. FULTON, The cacao disease trilogy : black pod, monilia pod rot, and witches'broom. *Plant Disease*, 73 (1989) 601 - 603
- [14] - B. I. KEBE, Lutte contre les maladies à Phytophthora sp par injection directe du fongicide dans le tronc du cacaoyer. In : Proceedings of the 11th International Cocoa Research Conference. 18-24 juillet 1993. Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), (1994) 991 - 996 p.
- [15] - J. H. BOWERS, B.A. BAILLEY, P. K. HEBBAR, S. SANOGO & R. D. LUMSDEN, The impact of plant diseases on world chocolate production. Online. *Plant Health Progress* doi : 10. 109 : PHP-2001-0709-01-RV, (2001)
- [16] - E. D. OKOFFO, B. Y. FOSU-MENSAH and C. GORDON, Contamination levels of organophosphorus and synthetic pyrethroid pesticides in cocoa beans from Ghana. *Food Control*, 73 (2017) 1371 - 1378
- [17] - Z. LASME, T. LASM, M. S. OGA, M. YOUAN, D. BAKA, E. BONI, S. KOUAKOU, O. ZAIBO et Y. T. KOFFI, Analyse des propriétés hydrodynamiques des aquifères fissurés de la région de San-Pedro (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire), (2012) 217 - 232 p.

- [18] - G. DELVARE et H.-P. ABERLENC, Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : clé pour la reconnaissance des familles, Cirad-Prifas, Montpellier, France, (1989) 302 p.
- [19] - N. SIMON et E. BRUNEAU, Néonicotinoïdes et fipronil, l'environnement en danger, N°161 (2014) 29 - 33 p.
- [20] - S. BREITENMOSEER et R. BAUR, Influence des insecticides sur les auxiliaires dans les céréales et pommes de terre. Recherche Agronomique Suisse, 4 (9) (2013) 376 - 383
- [21] - C. PROVOST, D. CODERRE, E. LUCAS, G. CHOUINARD et N. J. BOSTANIAN, Impact d'une dose sub létale de lambda-cyhalothrine sur les prédateur intraguildes d'acariens phytophages en vergers de pommiers. Phytoprotection, 84 (2003) 105 - 113
- [22] - A. F. NDOMO, A. L. TAPONDJOU, F. TENDONKENG et F. M. TCHOUANGUEP, Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera ; Bruchidae). Tropicultura, 27 (3) (2009) 137 - 143
- [23] - N. BOUZOUITA, F. KACHOURI, M. BEN HALIMA et M. M. CHAABOUNI, Composition chimique et activité antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. Journal de la Société Chimique de Tunisie, 10 (2008) 119 - 125
- [24] - S. SRINIVASNAIK, M. SUGANTHY, S. M. KUMAR and V. JGADEESWARI, Development and Evaluation of Integrated Pest Management Strategy against Sucking Pest Complex of Cocoa, Theobroma cacao L. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6 (2) (2017) 859 - 867
- [25] - Z. ABDOUL HABOU, M. CHAIBOU IBRAHIM, H. ZABEIROU et T. ADAM, Efficacité de l'huile de neem (*Azadirachta indica*) et de *Bacillus thuringiensis* (Biobit2X) sur la dynamique de la population de *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) et *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) dans une plantation de tomate au Niger. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 10 (2) (2016) 497 - 505