

Etude du niveau de parasitisme des larves et chrysalides de *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) sur le complexe sucrier de Borotou-Koro (Côte d'Ivoire)

[Study of the level of parasitism of the larvae and pupae of *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) on the sugar complex of Borotou-Koro (Côte d'Ivoire)]

Kouassi Kouassi Virgile¹⁻³, Kouame Konan Didier¹, Johnson Félicia², Ble-Binate Nozéné⁴, Coulibaly Sié Yann Stéphane²⁻³, Yao Kouadio Jacques-Edouard¹⁻³, and Kone Daouda¹

¹UFR Biosciences, Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des Ressources Biologiques, UPR Physiologie et Pathologies Végétales, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²UFR Biosciences, Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, UPR Entomologie et Gestion des Ecosystèmes, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Ecole Doctorale Agriculture Durable, CEA, CCBAD, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

⁴Service des Etudes Agronomiques, Direction des Plantations de l'UAI de Borotou-Koro, Sucrivoire, BP 100 Borotou-Koro, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The stem borer *Eldana saccharina* infestation level on Borotou-Koro sugar complex is very alarming. However, effective control methods are not yet very developed against this pest. In order to better understand and guide the search for a lasting solution, it is necessary to master the biology and ecology of this insect pest. It is in this context that this study was conducted at Borotou-Koro agricultural integrated unit. It aims to inventory the natural enemies of *Eldana saccharina*, in this case the parasitoids present on the sugarcane plots. To do this, borer larvae and pupae were collected from the sugarcane plots and reared in the laboratory. The results obtained indicate that three Lepidoptera species of stem borer are present on the Borotou-Koro sugar complex: *Eldana saccharina* (98.4%), *Sesamia calamistis* (1.53%) and *Sesamia inferens* (0.07%). The parasitism rate of *E. saccharina* larvae and pupae is low (3.29%). Six species of parasitoid auxiliaries of *Eldana saccharina* have been identified including a larval parasitoid (*Sphaeophoria sp.*), a larval-pupae parasitoid (*Lycoriela auripila*) and four pupae parasitoids (*Trichopeza sp.*, *Proctotrupes sp.*, *Proconura nigripes*, *Psilochalcis sp.*). *Fusarium spp.* has also been identified as a parasite of *Eldana saccharina* larvae. These six parasitoid species come from two families which are the Diptera estimated at 3.32% and the Hymenoptera which represents 96.68% of the percentage of parasitoids encountered. Thus, the Borotou-Koro sugar complex is full of several species of *Eldana saccharina* parasitoids on these sugarcane plots. *Eldana saccharina* larvae and pupae rate of parasitism is substantially identical for all the varieties of cane encountered. However, the parasitism rate of pupae varies greatly from one sector to another and is higher in rainfed conditions than in irrigated conditions.

KEYWORDS: Sugar cane, stem borers, *Eldana saccharina*, natural enemies, parasitoids, Ivory Coast.

RESUME: Le niveau d'infestation du foreur de tiges *Eldana saccharina* sur le complexe sucrier de Borotou-Koro est très alarmant. Cependant, les méthodes de lutte efficace ne sont pas encore très développées pour le contrôle de ce ravageur. Dans l'optique de mieux appréhender et d'orienter une recherche de solution durable, il convient de bien maîtriser la biologie et l'écologie de cet insecte ravageur. C'est dans ce cadre que cette étude a été menée à l'unité agricole intégrée de Borotou-Koro. Elle vise à inventorier les ennemis naturels de *Eldana saccharina* en l'occurrence les parasitoïdes présents sur les parcelles

de canne à sucre. Pour ce faire, des larves et chrysalides de foreurs ont été collectées à sur les parcelles de canne à sucre et élevés au laboratoire. Les résultats obtenus indiquent que trois espèces de Lépidoptères foreurs de tiges sont présent sur le complexe sucrier de Borotou-Koro: *Eldana saccharina* (98,4 %) et *Sesamia calamistis* (1,53 %) et *Sesamia inferens* (0,07 %). Le taux de parasitisme des larves et chrysalides de *E. saccharina* est faible (3,29 %). Six espèces d'auxiliaires parasitoïdes de *Eldana saccharina* ont été identifié dont un parasitoïde larvaire (*Sphaephoria* sp), un parasitoïde larvaire-nymphe (*Lycoriela auripila*) et quatre parasitoïdes nymphaux (*Trichopeza* sp, *Proctotrupes* sp, *Proconura nigripes*, *Psilochalcis* sp). *Fusarium* spp a également été identifié comme parasite des larves de *Eldana saccharina*. Ces six espèces parasitoïdes sont issus de deux familles qui sont les Diptères estimé à 3,32 % et les Hyménoptères qui représente 96,68 % du pourcentage des parasitoïdes rencontrés. Ainsi, le complexe sucrier de Borotou-Koro regorge de plusieurs espèces de parasitoïdes de *Eldana saccharina* sur ces parcelles de canne à sucre. Le taux de parasitisme des larves et des chrysalides de *Eldana saccharina* est sensiblement identique pour toutes les variétés de canne rencontrées. Cependant, le taux de parasitisme des chrysalides varie fortement d'un secteur à un autre et est plus important en conditions de culture pluviale qu'en conditions irriguées.

MOTS-CLEFS: Canne à sucre, foreurs de tiges, *Eldana saccharina*, ennemis naturels, parasitoïdes, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les foreurs de tiges constituent jusqu'à ce jour les principaux ravageurs en culture de canne à sucre avec des espèces qui varient d'une région de culture à une autre. Dans plusieurs pays d'Afrique, l'espèce de foreurs de tiges la plus importante est *Eldana saccharina* Walker (Lépidoptère, Pyralidae) [1], [2]. Ce ravageur entraîne des pertes quantitatives et qualitatives très important et de plus en plus croissant [3], [4]. Les pertes en canne avoisiner 0,1% pour 1% de canne attaquées et les pertes en sucre peuvent atteindre 40 et 70 % du taux d'entre-nœuds [5]. Les complexes sucriers en Côte d'Ivoire ne sont pas épargnés. En effet, il a été observé lors de la campagne sucrière 2015-2016 et 2016-2017 un fort taux d'infestations dans les périmètres sucriers de Ferké et Borotou-Koro respectivement. La moyenne d'infestations pour toutes les variétés confondues a dépassé le seuil critique de 6 % [5], [6]. Depuis ces campagnes sucrières, les taux d'infestation n'ont cessé de croître et sont de plus en plus alarmants. Afin de réduire ces pertes de rendements économiquement importants, des méthodes de lutte sont développées dans toutes les zones productrices de canne à sucre [7], [8]. Ces méthodes sont basées sur l'utilisation de produits chimiques et des techniques culturales qui consistent à l'emploi de variétés résistantes et à la réduction des apports en azote, les amendements silicatés des sols pour renforcer la résistance de la canne à sucre au foreur de tiges [8]. La récolte en vert et l'utilisation raisonnée des herbicides sont également appliquées pour préserver les ennemis naturels de *E. saccharina* [9]. En plus de ces méthodes culturales, la lutte biologique se présente comme une alternative durable aux méthodes chimiques. Elle exploite les mécanismes de régulation naturelle des populations du ravageur envahisseur en introduisant dans son environnement un ennemi naturel provenant de sa zone de distribution originale [10], [11]. Il paraît donc impératif de connaître ces alliés naturels en vue d'élaborer des méthodes de lutte efficaces contre les foreurs de tiges. C'est dans ce contexte que cette étude a été initiée afin d'identifier les foreurs de tiges et leurs auxiliaires parasitoïdes dans les périmètres sucriers de Borotou-Koro. Il s'agit d'identifier les espèces de foreur de tiges et leurs auxiliaires, et de déterminer le taux de parasitisme des larves et chrysalides du foreur sur le complexe sucrier de Borotou-Koro.

2 MATÉRIEL ET METHODES

2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CLIMAT DU SITE D'ÉTUDE

Situé au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, en Afrique de l'Ouest, Borotou-Koro est l'une des principales zones de production de la canne à sucre. Il représente l'une des localités de la région du Bafing dont le chef-lieu de région est la ville de Touba. Le complexe sucrier de Borotou-Koro est géographiquement localisé entre les coordonnées 8°36'11" et 8°21'33" latitude Nord, et 7°17'41" et 7°5'49" longitude Ouest [12]. Le relief de la zone est composé en général de plateaux peu accidentés de 200 à 400 m d'altitude, et de grandes plaines. Les sols sont de types brunifiés à texture argilo-sableuses, favorable à la culture de la canne à sucre. Borotou-Koro a un climat soudano-guinéenne, tropical humide à deux saisons. Une saison pluviale qui s'étend d'Avril à Octobre et une saison sèche qui couvre les mois de novembre à mars. Ce climat est un atout pour la production de la canne à sucre [13]. Il est soumis à une pluviométrie annuelle avoisinant 1397,2 mn d'eau par an.

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

2.2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal sur lequel a porté notre étude se compose des variétés de canne à sucre les plus cultivées sur le complexe sucrier de Borotou-Koro. Ce sont, les variétés R570, SP711406, CO449, CO997 et R579.

2.2.2 MATÉRIEL ANIMAL

Le matériel animal soumis à notre étude se compose des foreurs de tiges de la canne à sucre et des auxiliaires parasitoïdes présents sur le complexe sucrier de Borotou-koro. Pour cette étude, les larves et les chrysalides des foreurs de tiges ont été étudiées.

2.2.3 MATÉRIEL CHIMIQUE ET TECHNIQUE

Le matériel technique utilisé pour mener cette étude comprend un appareil photo numérique, des gans, des boîtes de pétri, les piluliers, une loupe binoculaire et une trousse entomologique. Quant au matériel chimique, il se compose d'alcool à 70°C pour la conservation des parasitoïdes et un milieu nutritif artificiel dont la composition est donnée dans le tableau I.

Tableau 1. Composition du milieu nutritif artificiel

Ingrédients	Quantité	Rôle
Pulpe de canne séchée et écrasée	22 g	Eléments nutritifs
Pois chiches en poudre	120 g	
Saccharose	10 g	
Caséine	12 g	
Levure de boulangerie	12 g	
Acide ascorbique	4 g	Vitamines
Acide sorbique	2 g	
Agar	10 g	Substance liante
Eau distillée stérile	1000 ml	
Nipagine	1,6 g	Anti-microbiens
Formaldéhyde	1.2 ml	
Méthanol	50 ml	

2.3 MÉTHODES

2.3.1 CHOIX DES PARCELLES

Les parcelles prospectées sont réparties dans les quatre secteurs de culture industrielle du complexe sucrier de Borotou-Koro. Un total de 41 parcelles ont été prospectées soient 15, 10, 7 et 10 parcelles respectivement au secteur B, C, D et E. Ces parcelles sont majoritairement des parcelles en première et deuxième repousse. Les parcelles prospectées sont reportées dans le tableau II.

Tableau 2. Parcelles prospectées pour l'évaluation du niveau de parasitisme de foreurs de tiges sur le complexe sucrier de Borotou-Koro

Secteurs	Parcelles irriguées	Parcelles pluviales	Total
B	10 Parcelles: P2, P6, P7, P10, P17, P18, P47, P53, P56 et P71	5 Parcelles: 33B, 35B, 68B, 84B et 108B	15
C	7 Parcelles: P13, P37, P38, P40, P41, P42 et P45	3 Parcelles: 11C, 29C et 35C	10
D	4 Parcelles: P14, P16, P20 et P28	2 Parcelles: 19D et 40D	6
E	Aucune	10 Parcelles: E03, E07, E08, E13, E14, E16, E18, E23, E38, E44	10
Total	21	20	41

P= pivot, les autres lettres rattachées aux nombres indiquent le secteur de culture de la canne à sucre dans laquelle se trouve la parcelle et le nombre indique le numéro de la parcelle.

2.3.2 COLLECTE DES LARVES ET CHRYSALIDES

La collecte des larves et chrysalides a été effectuée selon la méthode décrite par [14]. Les parcelles identifiées pour l'étude du niveau de parasitisme des larves et chrysalides des foreurs de tiges ont été prospectées à intervalle régulier de 15 jours en vue de collecter le maximum de larves et chrysalides et ainsi augmenter la probabilité d'identifier les parasitoïdes en présence. Au cours de cette prospection, les tiges attaquées étaient identifiées par la présence de déjections et galeries annulaires caractéristique de l'action des larves du foreur. Ces tiges ont été sectionnées à la base puis fendues longitudinalement et les larves et/ou chrysalides observées à l'intérieur de la tige ont été isolées dans des boîtes de collecte. Par ailleurs, certaines larves et chrysalides ont été obtenues hors de la tige en retirant la gaine foliaire avec soin. Les larves et chrysalides collectées sont transportées au laboratoire pour observation.

2.3.3 ELEVAGE DES LARVES ET CHRYSALIDES AU LABORATOIRE

2.3.3.1 ELEVAGE DES LARVES

Les larves collectées au champ ont été rincées à l'eau distillée puis scindées en deux lots. Le premier lot a été élevé sur des morceaux de tiges de canne (milieu nutritif naturel) et le second sur milieu nutritif artificiel.

2.3.3.1.1 ELEVAGE DES LARVES SUR MORCEAUX DE CANNE

Les morceaux de tiges de canne utilisés pour nourrir les larves ont été obtenus en tronçonnant des tiges de canne ayant un diamètre de 1,5 cm en morceaux de 4,3 cm. Ces derniers, après avoir été lavés avec de l'eau distillée, ont été disposés dans des boîtes de Pétri à raison d'un morceau par boîte de Pétri. Les larves ont ensuite été ajoutées au milieu à raison d'une larve par boîte de Pétri. Les morceaux de canne ont été remplacés tous les sept jours au lieu de cinq jours indiqués par [14].

2.3.3.1.2 ELEVAGE DES LARVES SUR MILIEU NUTRITIF ARTIFICIEL

Le milieu nutritif artificiel préalablement préparé et conservé au congélateur. Après un temps, le milieu a été exposé à la température du laboratoire afin de le décongeler. Avant la mise en culture des larves, des scarifications ont été réalisées sur le milieu afin de faciliter la pénétration des larves. Les larves y ont été déposées à raison de deux larves par boîte de Pétri.

Toutes les boîtes de Pétri ont été étiquetées pour une observation précise de l'évolution de chaque échantillon. Les boîtes ont été référencées avec le numéro de la parcelle, la date de collecte et de mise en culture, du milieu nutritif utilisé et du numéro de la boîte.

2.3.3.2 ELEVAGE DES CHRYSALIDES

Les chrysalides de foreurs de tiges collectées au champ ont été simplement disposées dans des boîtes de Pétri grillagées. Celles-ci ont ensuite été étiquetées comme précédemment.

2.3.4 COLLECTE DES DONNÉES

2.3.4.1 DONNÉES D'ÉLEVAGE DES LARVES ET CHRYSALIDES

Les observations quant à l'évolution des larves et chrysalides de foreurs de tiges ont été réalisées à intervalle régulier de 24 heures. Les paramètres évalués à cet effet ont été pour les larves le nombre de larves mortes, de chrysalides et d'imago et la présence de parasitoïdes et leur abondance. Les chrysalides les paramètres mesurés ont été le nombre de chrysalides mortes, le nombre d'imago et le nombre de parasitoïde.

2.3.4.2 IDENTIFICATION DES ESPÈCES DE FOREURS DE TIGES

Les imagos obtenus lors de l'élevage ont servi à l'identification des espèces de foreurs de tiges présents sur le complexe sucrier de Borotou-Koro. Ceux-ci ont d'abord été groupés par ressemblances morphologiques. Ensuite, des clés d'identification ont permis d'identifier les différentes espèces à travers une observation à la loupe binoculaire. Les clés d'identification ont été celles de [15], [16], [17] et [18].

2.3.4.3 IDENTIFICATION DES ESPÈCES DE PARASITOÏDES

Les parasitoïdes ayant émergé des larves et des chrysalides ont été conservé dans de l'alcool à 70%. Ensuite, les espèces ont été identifiées suite à une observation à la loupe binoculaire et en se servant des clés d'identification de [15], [16], [17] et [18].

2.3.4.4 IDENTIFICATION DU CHAMPIGNON ENTOMOPHAGE

Lors des prospections, certaines larves mortes à l'intérieur des galeries étaient couvertes par des champignons microscopiques. Ces larves ont été collectées puis conduites au laboratoire en vue d'identifier l'espèce fongique en présence. Les champignons ont été isolé sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar) et incubé à l'obscurité pendant 5 jours à la température ambiante à 25°C [19]. Au bout de 7 jours, une purification a été réalisée en vue d'obtenir des souches pures. Des fragments mycélien du champignon ont été prélevés au niveau du front de croissance à l'aide d'un emporte-pièce puis repiqués à nouveau sur un milieu PDA. L'identification des isolats a été réalisée sur la base de leurs caractères cultureux décrits par [20] et en se référant à la clé d'identification de la charte de [21].

2.3.4.5 DÉTERMINATION DE L'ABONDANCE DES FOREURS DE TIGES ET DES PARASITOÏDES

L'abondance des espèces (% P) est la part de chaque espèce rencontré dans la population totale obtenue. Elle a été calculée en pourcentage pour les espèces de foreurs de tiges et de parasitoïdes suivant la formule:

$$\% P = \frac{\text{Nombre d'individus de chaque espèce}}{\text{Nombre d'individus total}} \times 100$$

2.3.4.6 TAUX DE PARASITISME

Le taux de parasitisme se définit comme le rapport entre le nombre total de parasitoïdes obtenu sur le nombre total de larves ou chrysalides collectées multiplié par cent. Le taux de parasitisme a été calculé suivant les formules:

$$TP_i = \frac{NP_i}{NT_i} \times 100$$

TP: Taux de Parasitisme; NP: Nombre de Parasitoïdes obtenus; NT: Nombre Total d'individus collectés; i: larve ou chrysalide.

Enfin, le taux de parasitisme total a été calculé suivant la formule:

$$TP = \frac{NTP}{\sum NT_i} \times 100$$

NTP: Nombre Total de Parasitoïdes

2.3.5 ANALYSE DES RÉSULTATS

La saisie des données collectées et l'élaboration des graphiques ont été réalisées à l'ordinateur à l'aide du logiciel Excel 2013. Des tests de Khi deux ont permis de comparer les taux de mortalité des larves sur les milieux nutritifs. Les moyennes de collectes obtenues ainsi que les taux de parasitisme ont été comparé grâce au test de Kruskal-Wallis et Dunn au seuil de 5% grâce au logiciel XLSTAT 2016.

3 RESULTATS

3.1 TAUX DE MORTALITÉ DES LARVES PAR MILIEU NUTRITIF

Un total de 2021 larves a été élevé sur morceaux de canne à sucre (milieu nutritif naturel) et 600 larves sur milieu nutritif artificiel. Sur ce total, le nombre de larves mortes enregistré a été de 405 et 54 larves respectivement sur les morceaux de canne et le milieu artificiel. Le taux de mortalité des larves élevées a donc été de 19,94 % sur morceaux de canne à sucre et de 9,15 % sur milieu nutritif artificiel soit un taux de mortalité total de 17,5 % (tableau III).

Tableau 3. Effectif des larves de *E. saccharina* élevées à terme et mortalité sur les milieux d'élevage

Milieu nutritif	Nombre de larves élevées	Nombre de larves ayant émergé	Nombre de larves mortes	Taux de mortalité (%)	Taux de survie (%)
Morceau de canne	2021	1618	403	19,94	86,06
Milieu artificiel	590	536	54	9,15	90,85
Total	2611	2154	457	17,5	82,5

3.2 ESPÈCES DE FOREURS DE TIGES RENCONTRÉES

Trois espèces de foreurs de tiges ont été répertoriées lors de notre étude sur le complexe sucrier de Borotou-Koro (figure 1). Ce sont une Pyralidae (*Eldana saccharina* (Walker)) et deux Noctuidae (*Sesamia calamistis* (Hampson) et *Sesamia inferens* (Walker)). *Eldana saccharina* est l'espèce majoritaire avec une abondance de 98,4 % du nombre d'individus. Il est suivi par *Sesamia calamistis* puis *Sesamia inferens* présent respectivement à 1,5 % et 0,07 % (Tableau IV).



Fig. 1. Espèces de foreurs de tiges: a) *Eldana saccharina* (Walker), b) *Sesamia calamistis* (Hampson) et c) *Sesamia inferens* (Walker)

Tableau 4. Abondance des espèces de foreurs de tiges identifiés sur le complexe sucrier de Borotou-Koro

Famille	Genre	Espèces	Nombre d'individus	Taux (%)
Pyrilidaeae	Eldana	Eldana saccharina (Walker)	1476	98,4
Noctuidae	Sesamia	Sesamia calamistis (Hampson)	23	1,53
		Sesamia inferens (Walker)	1	0,07
Total			1500	100

3.3 ESPÈCES DE PARASITOÏDES RENCONTRÉES

3.3.1 PARASITOÏDES DES LARVES

Deux espèces d'insectes parasitoïdes et un champignon entomophage des larves de *Eldana saccharina* ont été observées lors de notre étude. Les deux insectes parasitoïdes sont *Sphaephoria sp* appartenant à l'ordre des diptères et *Lycoriela auripila* appartenant à l'ordre des Hyménoptères (figure 2). En ce qui concerne le champignon entomophage, l'identification réalisée nous a permis de constater qu'il s'agit de *Fusarium sp* (figure 3).

Sur un total de 26 larves parasitées, 73,08 % ont été parasitées par *Fusarium spp*, 15,38 % par *Sturmiopsis parasitica* et 11,54 % par *Lycoriela auripila*. *Fusarium spp* est donc l'espèce parasite des larves la plus représentée sur le complexe sucrier de Borotou-Koro (tableau V).

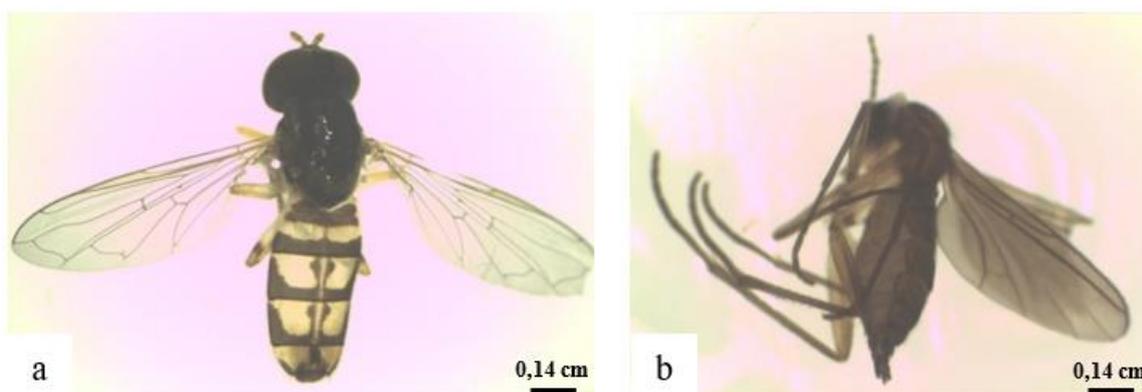


Fig. 2. Insectes parasitoïdes des larves de *Eldana saccharina* a) *Sturmiopsis parasitica*; b) *Lycoriela auripila*.

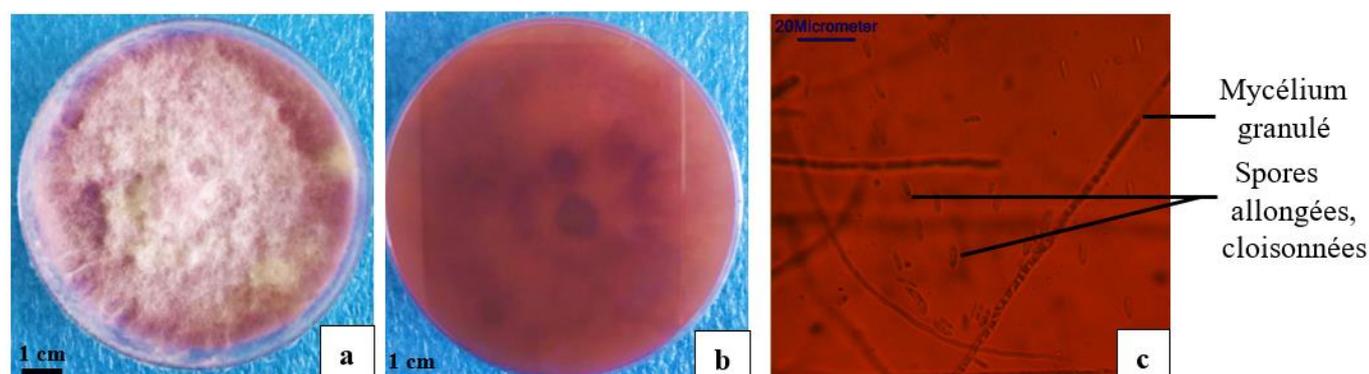


Fig. 3. *Fusarium sp*: a) face, b) revers, c) Mycélium et spores de *Fusarium spp*.

Tableau 5. Abondance des parasitoïdes des larves de *Eldana saccharina*

Espèces parasitoïdes	Nombre de larves parasitées	% de larves parasitées
<i>Sphaephoria sp</i>	4 a	15,38 a
<i>Lycoriela auripila</i>	3 a	11,54 a
<i>Fusarium sp</i>	19 b	73,08 b
Total	26	100
p-value (bilatérale)	< 0,0001	< 0,0001

Dans le tableau, les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

3.4 PARASITOÏDES DES CHRYSALIDES DE ELDANA SACCHARINA

Cinq espèces d'insectes parasitoïdes des chrysalides de *Eldana saccharina* ont émergé lors des observations au laboratoire (figure 4). Ce sont *Trichopeza sp*, *Lycoriela auripila*, *Proctotrupes sp*, *Proconura nigripes* et *Psilochalcis sp* (figure 5). Ces espèces appartiennent à deux ordres que sont les Diptères avec une espèce (*Trichopeza sp*) et les Hyménoptères avec quatre espèces (*Lycoriela auripila*, *Proctotrupes sp*, *Proconura nigripes* et *Psilochalcis sp*).

En termes d'abondance, les Hyménoptères parasitoïdes des chrysalides de *Eldana saccharina* sont les plus représentés avec 98,68 % du nombre d'individus contre 3,32 % pour les Diptères. Pour tous les ordres confondus, *Proconura nigripes* est l'auxiliaire parasitoïde des chrysalides de *Eldana saccharina* le plus abondant sur le complexe sucrier de Borotou-Koro avec un taux de 73,13 % (tableau VI).

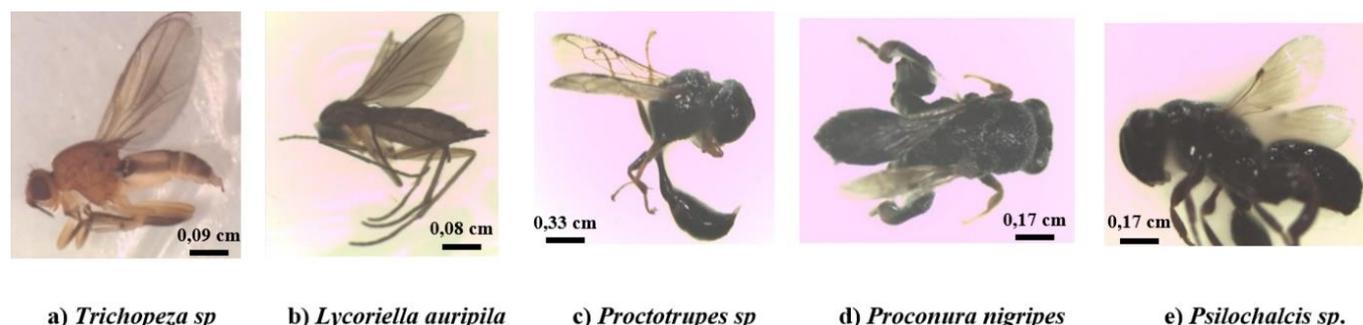


Fig. 4. Parasitoïdes des chrysalides de *Eldana saccharina* identifiés sur le complexe sucrier de Borotou-Koro

Tableau 6. Abondance des parasitoïdes des chrysalides de *Eldana saccharina* sur le complexe sucrier de Borotou-Koro

Ordre	Espèces	Nombre de chrysalides parasitées	Taux de chrysalides parasitées (%)	Taux de chrysalides parasitées (%)
Diptères	<i>Trichopeza sp</i>	3 a	3,32 a	3,32 a
Hyménoptères	<i>Lycoriella auripila</i>	5 a	3,93 a	96,68 b
	<i>Proctotrupes sp</i>	4 a	7,97 a	
	<i>Psilochalcis sp</i>	7 a	11,65 a	
	<i>Proconura nigripes</i>	61 b	73,13 b	
Total		80	100	100
p-value (bilatérale)		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Dans le tableau, les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

3.5 TAUX DE PARASITISME DES LARVES ET DES CHRYSALIDES

3.5.1 TAUX DE PARASITISME PAR CONDITIONS DE CULTURE ET PAR VARIÉTÉ

Le taux de parasitisme des larves est statistiquement identique en conditions de culture pluviales et irriguées (figure 5). Par contre, le taux de parasitisme des chrysalides varie significativement. En effet, il est plus élevé en conditions de culture pluviales qu'en conditions de culture irriguées avec respectivement 17,98 % contre 9,98 % (figure 6).

Concernant les variétés de canne à sucre, les taux de parasitisme obtenus sont statistiquement identiques aussi bien pour les larves (figure 7) que pour les chrysalides (figure 8).

3.5.2 TAUX DE PARASITISME PAR SECTEUR

L'effet secteur de culture n'a pas été significatif en ce qui concerne le taux de parasitisme des larves de *Eldana saccharina* sur le complexe sucrier de Borotou-Koro. Pour les quatre secteurs considérés lors de notre étude, le taux de parasitisme des larves est inférieur à 2 % (figure 9). Par contre, une différence significative a été observée entre les taux de parasitisme des chrysalides en fonction des secteurs. Trois groupes homogènes ont été observés. Le secteur E a enregistré le plus fort taux de parasitisme avec 26,07 %. Il est suivi par le secteur C avec 10,95 % puis par les secteurs B et D avec respectivement 10,25 % et 7,56 % (figure 10).

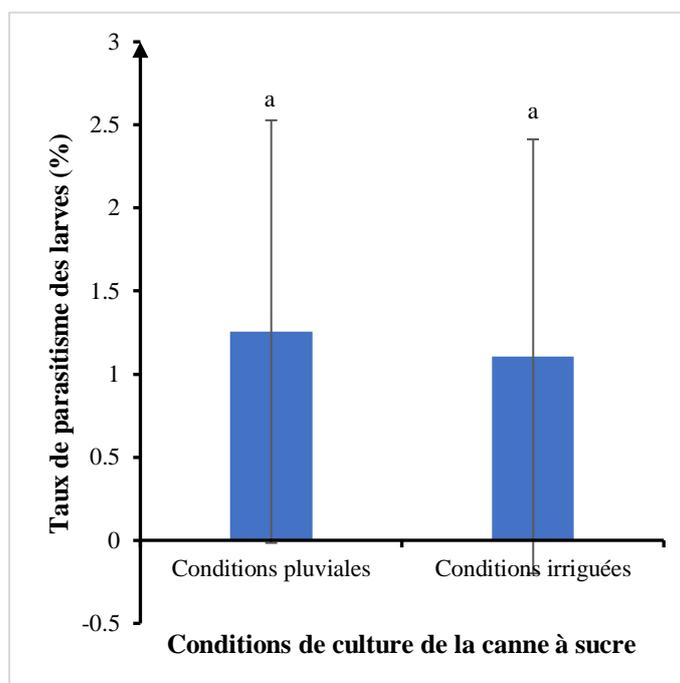


Fig. 5. Taux de parasitisme des larves de *Eldana saccharina* en fonction des conditions de culture de la canne à sucre

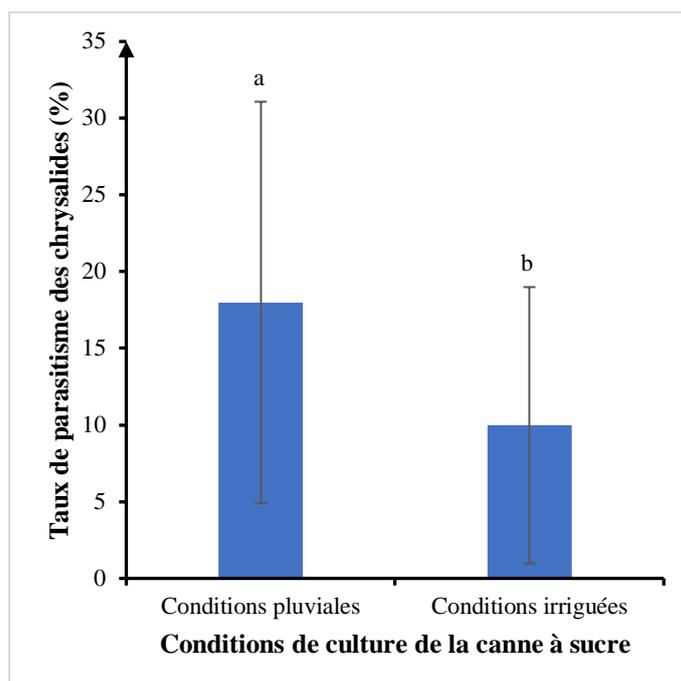


Fig. 6. Taux de parasitisme des chrysalides de *Eldana saccharina* en fonction des conditions de culture de la canne à sucre

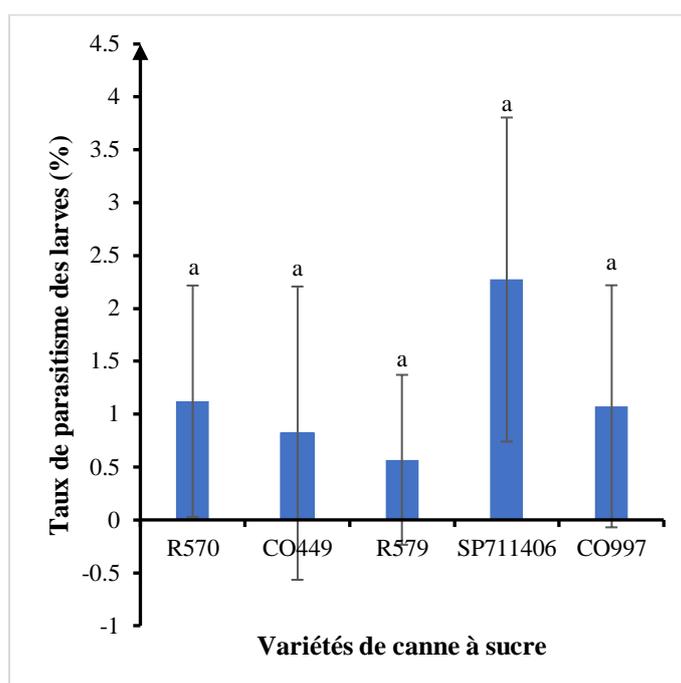


Fig. 7. Taux de parasitisme des larves de *Eldana saccharina* en fonction des variétés de canne à sucre

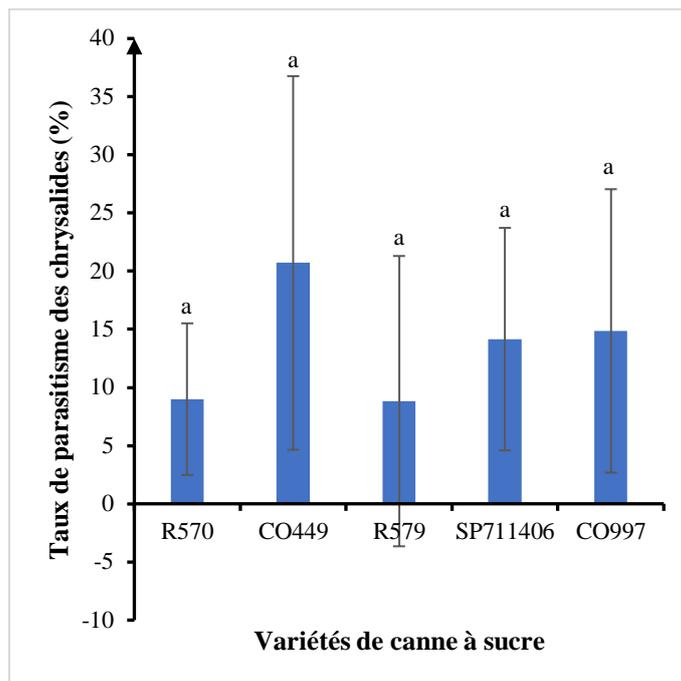


Fig. 8. Taux de parasitisme des chrysalides de *Eldana saccharina* en fonction des variétés de canne à sucre

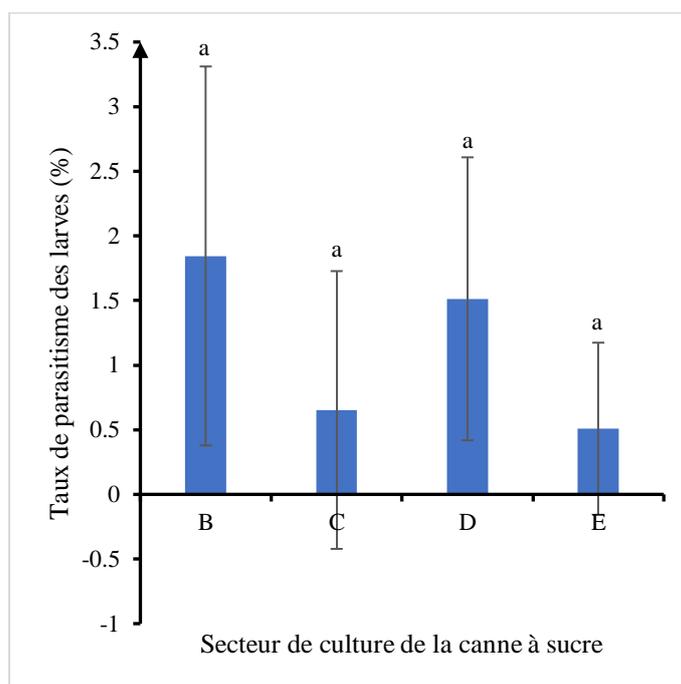


Fig. 9. Taux de parasitisme des larves de *Eldana saccharina* en fonction des secteurs de culture de la canne à sucre à Borotou-Koro

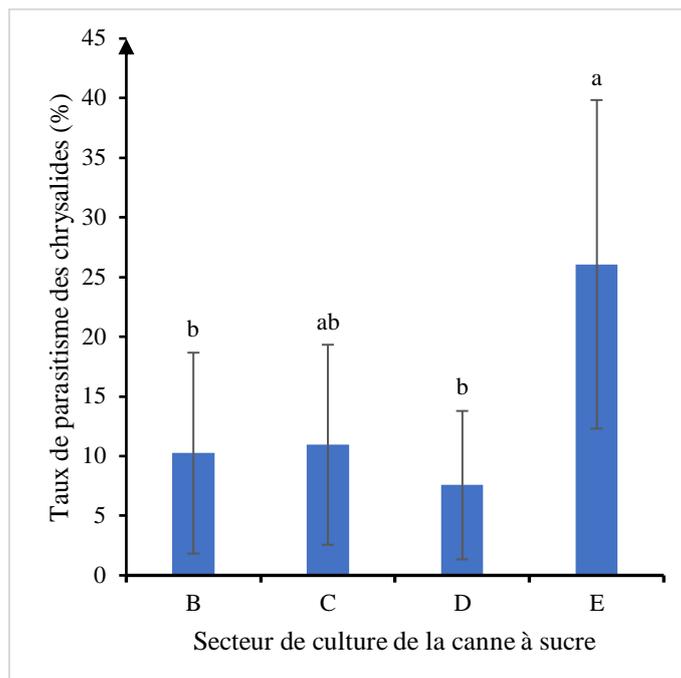


Fig. 10. Taux de parasitisme des chrysalides de *Eldana saccharina* en fonction des secteurs de culture de la canne à sucre à Borotou-Koro

3.5.3 TAUX DE PARASITISME TOTAL

Le taux de parasitisme a été déterminé seulement pour les larves et chrysalides élevées au laboratoire. Au cours de l'élevage, 26 et 80 parasitoïdes ont émergés respectivement sur un total de 2637 larves et 585 chrysalides soient au total 106 parasitoïdes sur 3222 spécimens. Ces parasitoïdes sont repartis en 7 Diptères et 80 Hyménoptères et 19 souches de *Fusarium* sp. Nous avons donc obtenu, sur le complexe sucrier de Borotou-Koro, un taux de parasitisme larvaire de 0,99 % et des chrysalides de 13,68 %. Le taux de parasitisme global de tous les spécimens collectés est de 3,29 %.

Tableau 7. Taux de parasitisme des larves et chrysalides de *Eldana saccharina* à Borotou-Koro

	Larves	Chrysalides	Total
Nombre d'individus élevés	2637	585	3222
Nombre de parasitoïdes obtenus	26	80	106
Taux de Parasitisme (%)	0,99	13,68	3,29

4 DISCUSSION

4.1 TAUX DE MORTALITÉ DES LARVES PAR MILIEU NUTRITIF

Le taux de mortalité des larves de *Eldana saccharina* élevé sur morceaux de canne est largement supérieur à celui obtenu sur milieu nutritif artificiel. Ceci démontre que le milieu nutritif artificiel est plus favorable pour l'élevage des larves de foreurs de tiges de la canne à sucre. Ces résultats concordent avec ceux de [14] obtenus sur le complexe sucrier de Ferkéssédougou et ceux obtenus sur le complexe sucrier de Zuénoula par [22]. Selon ces auteurs, la forte mortalité des larves élevées sur morceaux de canne serait due à la manipulation répétée des larves pendant le changement des morceaux de canne. Cependant, sur le milieu artificiel les larves mortes étaient celles des premiers stades larvaires. La mortalité de ces larves du premier stade sur milieu artificiel avait été indiquée par [23]. Selon cet auteur, ces larves meurent le plus souvent sans s'alimenter, noyées par l'humidité du milieu artificiel ou périssent avant d'avoir trouvé l'emplacement favorable à leur développement.

4.2 ESPÈCES DE FOREURS DE TIGES RENCONTRÉES SUR LE COMPLEXE SUCRIER DE BOROTOU-KORO

L'étude a permis d'identifier trois espèces de foreurs de tiges, *Eldana saccharina* Walker et *Sesamia calamistis* Hampson avaient déjà été identifiés sur le complexe sucrier de Borotou-koro comme foreurs de tiges de la canne à sucre lors des travaux du PRC (2010) (Projet de Recherche Cannière). La présence de ces deux foreurs de tiges ainsi que l'importance de *Eldana saccharina* concordent avec les résultats de [24], de [25] et de [14] qui avaient montré l'existence de ces deux foreurs de tiges et l'importance de *E. saccharina* sur les complexes sucriers de la Côte d'Ivoire.

Par ailleurs, le fort taux d'émergence de *E. saccharina* s'explique par la présence de la plante hôte, le stade phénologique de la canne et les prélèvements généralement à l'intérieur de la parcelle lors de nos échantillonnages. En effet, selon les travaux de [26] *E. saccharina* est le plus nuisible des foreurs de tiges en Afrique sur la canne à sucre, d'où l'appellation « foreur de tige tropical africain de la canne à sucre ». Selon [27] et [28], ce foreur attaque la canne lorsque les premiers entre-nœuds sont bien différenciés jusqu'à la maturité alors que *S. calamistis* est plus nuisible sur les jeunes pousses et s'attaque plus aux plants de canne à sucre en bordure des parcelles.

4.3 ESPÈCES DE PARASITOÏDES RENCONTRÉES SUR LE COMPLEXE SUCRIER DE BOROTOU-KORO

Au cours de cette étude, plusieurs espèces d'insectes auxiliaires parasitoïdes de *Eldana saccharina* ont été identifiés sur le complexe sucrier de Borotou-Koro. Au nombre de ces espèces deux Diptères (*Sturmiopsis parasitica* et *Trichopeza* sp) et quatre Hyménoptères (*Proctotrupes* sp, *Proconura nigripes*, *Psilochalcis* sp et *Lycoriella auripila*) ont été identifiés. Ces résultats sont conformes à ceux de [16]. En effet, plusieurs Diptères de la famille des Chloropidae ont été signalés comme parasitoïdes larvaires de *Eldana saccharina* par [16] en Afrique occidentale et au Nigeria. De même selon ces auteurs les Hyménoptères de la famille des Chalcididae comprennent cinq genres reconnus comme parasites larvo-nymphaux des foreurs de tiges en Afrique.

Par ailleurs, les résultats obtenus indiquent une diversité plus ou moins importante des ennemis naturels des larves et chrysalides de *Eldana saccharina* sur les parcelles de canne à sucre du complexe sucrier de Borotou-Koro. Cela constitue un atout très important dans le cadre d'une lutte biologique en ce sens que ces insectes présentant une biologie et une écologie différentes pourraient être utilisés dans plusieurs zones écologiques et à différentes périodes de l'année.

4.4 POURCENTAGE DES ESPÈCES PARASITOÏDES DES LARVES ET CHRYSALIDES DE ELDANA SACCHARINA

Deux ordres d'insectes parasitoïdes des larves et chrysalides de *Eldana saccharina* ont été rencontrés dans les parcelles de canne à sucre du complexe sucrier de Borotou-Koro à savoir les Diptères et les Hyménoptères. Les Hyménoptères ont été fortement représentés avec un taux 96,43 % contre 3,57 % pour les Diptères. Les Hyménoptères seraient les principaux ennemis naturels des larves et chrysalides de *Eldana saccharina* sur l'unité agricole intégrée de Borotou-Koro. Ce résultat est le contraire de celui obtenu par [14] sur l'unité agricole intégrée de Ferké 1. Ils y ont montré une plus grande présence des Diptères avec 79,31 % contre 20,69 % pour les Hyménoptères. Ces différences en termes de présences de ces deux ordres pourraient être dues à la différence des climats, de la végétation des zones de culture. En effet, la région de Ferké 1 caractérisée par un climat tropical sec [29] appartient à la zone agro-écologique nord alors que Borotou-Koro avec un climat soudano-guinéenne, tropical humide [30] se situe dans la zone agro-écologique centre-ouest du pays [31], [32].

4.5 TAUX DE PARASITISME DES LARVES ET CHRYSALIDES DE ELDANA SACCHARINA

Les variétés de canne cultivées sur le complexe sucrier de Borotou-Koro, n'ont pas montré de différences au niveau du taux de parasitisme. Les auxiliaires parasitoïdes des larves et des chrysalides de *Eldana saccharina* répertoriés sur le complexe sucrier de Borotou-Koro n'auraient aucune préférence quant à la variété de canne cultivée.

Le taux de parasitisme des chrysalides de *Eldana saccharina* plus élevé en conditions de culture pluviales qu'en conditions de culture irriguées indiquerait que ce milieu de culture serait plus favorable à leur prolifération. De même, il a été constaté que le taux de parasitisme des chrysalides de *Eldana saccharina* variait significativement d'un secteur à un autre. Cela résulterait du complexe écologique qui prévaut dans chacun de ces secteurs de culture. Plus l'écosystème se prête au bon développement des parasitoïdes, plus leurs populations serait abondante. Les secteurs de culture de la canne à sucre à Borotou-Koro regorgeraient donc d'une diversité écosystémique dont les unes sont plus favorables à la prolifération des auxiliaires parasitoïdes des chrysalides de *Eldana saccharina*. Comme le postule l'hypothèse de la concentration en ressources [33], les auxiliaires parasitoïdes comme tous les organismes vivants ont tendance à s'installer préférentiellement dans les milieux où leur ressource est la plus concentrée. Ainsi, la présence des habitats naturels, avec la mise en place de mélanges de

plantes procurant des ressources nutritives telles que du pollen et du nectar favorisent d'une part l'installation, la survie, et la dynamique de population de ces ennemis naturels des foreurs de tiges de la canne à sucre [34], [35], [36] et d'autre part peuvent également constituer des habitats refuges contre les perturbations climatiques et/ou anthropiques [37], [38], [39].

Toutefois, cette étude nous a permis de constater que le taux de parasitisme des larves et des chrysalides de *Eldana saccharina* sur l'unité agricole intégrée de Borotou-Koro est très faible. Il est en moyenne de 0,99% pour les larves et de 13,68% pour les chrysalides. Ce faible taux de parasitisme est la résultante de plusieurs facteurs. D'abord, l'utilisation des produits phytotoxiques ou sélectifs qui pourraient soit les tuer soit maintenir les parasitoïdes loin des parcelles de canne. De même, le désherbage et la coupe sur brulis causeraient également la réduction des parasitoïdes car le premier éliminerait les habitats naturels des parasitoïdes [40] et le second entrainerait la mort de tous les parasitoïdes présent sur la parcelle pendant le brûlage. De plus, l'utilisation des produits phytosanitaires nuit à l'ensemble de la faune et la flore en général et fortement aux insectes en particulier. En effet, l'utilisation intensive des produits de synthèse tuant sans distinction les insectes nuisibles et bénéfiques est une cause probable de la réduction du taux de parasitisme sur les parcelles cultivées [23].

5 CONCLUSION

Cette étude a été réalisée sur le complexe sucrier de Borotou-Koro dans l'optique d'identifier les différentes espèces de foreurs de tiges en présence et les auxiliaires parasitoïdes de *Eldana saccharina* en vue d'une lutte biologique éventuelle. Les résultats obtenus indiquent que l'élevage des larves des foreurs sur milieu artificiel est plus propice à leurs émergences que l'élevage sur morceaux de canne. Trois espèces de Lépidoptères foreurs de tiges sont présent sur le complexe sucrier de Borotou-Koro à savoir *Eldana saccharina* et *Sesamia calamistis* qui avaient déjà été répertorié par les études précédentes ainsi que *Sesamia inferens* qui est une nouvelle espèce répertoriée. *Eldana saccharina* demeure l'espèce majoritaire avec un taux de 98,4 %. Le taux de parasitisme larves et chrysalides de *E. saccharina* est de 3,29 %. Six espèces de parasitoïdes ont été identifiées dont un parasitoïde larvaire (*Sphaeophoria* sp), un parasitoïde larvaire-nymphal (*Lycoriela auripila*) et quatre parasitoïdes nymphaux (*Trichopeza* sp, *Proctotrupes* sp, *Proconura nigripes*, *Psilochalcis* sp). De même, *Fusarium* spp a été identifié comme parasite des larves de *Eldana saccharina*. Ces six espèces parasitoïdes sont issus de deux familles qui sont les Diptères estimé à 3,32 % et les Hyménoptères qui représente 96,68 % du pourcentage des parasitoïdes rencontré. Ainsi, le complexe sucrier de Borotou-Koro regorge de plusieurs espèces de parasitoïdes de *Eldana saccharina* sur ces parcelles de canne à sucre.

REMERCIEMENTS

Cette étude n'aurait pas été possible sans le soutien de l'entreprise agro-industrielle Sucrivoire à travers l'Unité Agricole Intégrée de Borotou-Koro et du Centre Africain d'Excellence sur le Changement Climatique, la Biodiversité et Agriculture Durable (CEA-CCBAD). À deux partenaires, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude.

REFERENCES

- [1] Betbeder-Matibet M., 1985. El dana sacchari na Walker, pyrale de la canne à sucre et des cereals. In: Insectes nuisibles aux cultures vivrières d'Afrique, de Madagascar et des Mascareignes. IRAT Fiches Techniques, IRAT-CIRAD, Montpellier, France, 2pp.
- [2] Assefa, Y., Conlong, D.E. & Mitchell, A., 2006. Phylogeography of *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Annales de la Société entomologique de France* 42 (3-4): 331-338.
- [3] Goebel F.R., E. Fernandez et C. Alauzet., 1999. Dégâts et pertes de rendements sur la canne à sucre dus au foreur Chilo sacchariphagus (Borer) (Lep.: Pyralydeae) à l'île de la réunion. *Annales de la société Entomologique de France*, (35): 476 - 481.
- [4] Yoseph A., Van den Berg J. and Colong D. E., 2008. Farmers' perceptions of sugarcane stem borers and farm management practices in the Amhara region of Ethiopia. *International Journal of Pest Management* 54 (3): 219 - 226.
- [5] Kouamé D. K., Péné C. B. et Zouzou M., 2010. Évaluation de la résistance variétale de la canne à sucre au foreur de tiges tropical africain (*Eldana saccharina* Walker) en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 26: 1614-1622.
- [6] Péné B.C., K.D. Kouamé, H. J. Dove et Boua B. M., 2016. Incidence des infestations du foreur de tiges *Eldana saccharina* (Lepidoptere, Pyralidae) en culture irriguée de canne à sucre selon la variété et période de récolte en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.* 102: 9687 - 9698.
- [7] Keeping M.G., 1995. Coping with pest in the South Africa Sugar Industry. *Proceeding of the South Africa Sugarcane Technologists Association* 69: 217 - 218.

- [8] Goebel F. R. et Way M. J., 2003. Investigation of the impact of *Elana saccharina* (Lepidoptera: Pyralidae) on sugarcane yield in field trials in Zululand. *Proceeding of South Africa Sugarcane Technologists Association*, 77: 256-265.
- [9] Goebel FR, Way MJ, Conlong D.E., 2008. La gestion des foreurs de la canne à sucre, l'environnement et les pratiques culturales: synthèse des résultats et perspectives. In: Actes du Congrès sucrier ARTAS/AFCAS, Guadeloupe, 12p. Disponible sur www.afcas.fr.
- [10] Goebel R., 2007. Lutte biologique, biodiversité et écologie en protection des plantes in Les Dossiers d'Agropolis International, N° 4. pp. 35-36. www.agropolis.fr/pdf/dossierlutte-biologique.pdf
- [11] Tabone E., F.R. Goebel, N. Lezcano et E. Fernandez., 2002. Le foreur de la canne à sucre: Mise en place d'une lutte biologique à l'aide de trichogrammes à La Réunion. *Phytoma* 553: 32 - 35.
- [12] Boraud N. K. M., 2000. Étude floristique et phytoécologique des adventices des complexes sucriers de Ferké 1 et 2 de Borotou et Zuénoula, en Côte d'Ivoire. Thèse doctorat de 3^{ème} cycle de l'Université de Cocody – Abidjan; Côte d'Ivoire, 181 p.
- [13] IRAT., 1976. Étude pédologique du complexe sucrier de Borotou-Koro. Présentation générale notices explicatives, Technisucre, 96p.
- [14] Kouamé K. D., Kassi K. F. J. M., Kouamé K. G., Kouassi K. V., Dove J. H., Ng Cheong L. R., Zouzou M., 2018. Soil moisture management and mulch impact on sugarcane yields under irrigated and rainfed conditions in Côte d'Ivoire. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)* ISSN: 2220-6663 (Print) 2222-3045 (Online) Vol. 12, No. 5, p. 381-390, 2018 <http://www.innspub.net>.
- [15] Polaszek. A., 1992. Encar si a par asi t oi ds of Bemisiatabaci (Hymenoptera: Aphelinidae, Homoptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. *Bulletin of Entomological Research* 82. 375 – 392.
- [16] Polaszek A. et Delare G., 2000. Les foreurs des tiges de céréales en Afrique. Importance économique, ennemis naturels et méthodes de lutte. CIRAD. 534p.
- [17] Barraclough D. A., 2004. A taxonomic review of *Sturmiopsis Townsend*, 1916, an Old World genus of Tachinidae (Diptera) parasiting economic l y si gni fi cant Lepi dopt erous stem borers. School of biological and conservation sciences. Natal (Afrique du sud). 14p.
- [18] Nagaraja H., 2012. Studies of Trichogrammatoidae (Hyménoptèra: Trichogrammatidae). Commonwealth Institute of Biological Control Indian Station. Bangalore (Inde). *Oriental insects* 12 (4). 489 - 529.
- [19] Zekarias Y., Dejene M., Tegegn G. and Yirefu F., 2013. Proc. Study on Cultural and Pathogenic Variability of *Ustilago scitaminea* Isolates in the Sugarcane Plantations of Ethiopia Ethiop. *Sugar. Ind. Bienn. Conf.*, 2: 111-120.
- [20] Mahin B.I and S.A. Moosawi-Jorf, 2007. Isolation and identification of yeast-like and mycelial colonies of *Ustilago scitaminea* using specific primers. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (7): 1137-1142.
- [21] Binso L., 1980. Biologie et écologie d'*Eldana saccharina* Walker (Lépidoptère Pyralidae Gallerinae) foreur du maïs en Côte d'Ivoire et inventaire des autres Lépidoptères foreurs du maïs. Thèse de Doctorat à l'université Pierre et Marie Curie de Paris (entomologie). 208p.
- [22] Kla Y. F., 2012. Identification des insectes (parasitoïdes et autres) issus de l'élevage des chenilles et chrysalides d'*Eldana saccharina* Walker à l'Unité Agricole Intégrée de Zuénoula. Mémoire de fin d'études d'Ingénierie à l'École Supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro (INPHB). 69p.
- [23] Tran M., 1981. Reconnaissance des principaux foreurs des tiges du riz, du maïs et de la canne à sucre en Côte d'Ivoire. *ORSTOM*. pp. 7.
- [24] Waiyaki J. N., 1974. The ecol ogy of *El dana saccharina walker*, and associated loss in cane yield at arusha-chini, moshi, Tanzania. *Tropical Pesticides Research Institute. Arusha. Tanzania*. 6p
- [25] Cochereau P. et M. De Matos., 1984. Évolution des populations du foreur africain de la canne à sucre *E. saccharina* Walker (L e p., Gallerinae, Pyralidae) sur le complexe sucrier de Borotou- Koro (Côte d'Ivoire). *ORSTOM*. 48p.
- [26] Harris K. M., 1962. Lepidopterous stem borers of cereals in Nigeria. *Bulletin of entomological Research* 53. 139 - 171.
- [27] Péné CB, Koulibaly S G, 2011. Sugarcane yield variations in northern and central Ivory Coast as influenced by soil water balance over two critical growth stages. *J. Agric. Sci. Technol.* 5 (2): 220-25.
- [28] Tialou O. F., Yapi F. A., Kla K. et Boraud K. N. M., 2021. Adventices majeures des parcelles industrielles de canne à sucre des unités agricoles intégrées en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15 (2): 594-608.
- [29] BNETD, 2016. Analyse qualitative des facteurs de déforestation et de dégradation des forêts en Côte d'Ivoire. Rapport Final 10 novembre 2016. 114 p.
- [30] FAO, 2018. Zones agro-écologiques globales (GAEZ), Éditions FAO, Rome, <http://gaez.fao.org/Main.html#>.
- [31] Root, R.B., 1973. Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (Brassica Oleracea). *Ecol. Monogr.* 43, 95–124. <https://doi.org/10.2307/1942161>.

- [32] Wäckers, F. L., van Rijn, P. C. J., 2012. Pick and Mix: Selecting Flowering Plants to Meet the Requirements of Target Biological Control Insects, in: Gurr, G.M., Wratten, S.D., Snyder, W.E., Read, D.M.Y. (Eds.), *Biodiversity and Insect Pests*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, pp. 139–165.
- [33] Arnó, J., Oveja, M.F., Gabarra, R., 2018. Selection of flowering plants to enhance the biological control of *Tuta absoluta* using parasitoids. *Biol. Control* 122, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.03.016>
- [34] Tschumi, M., Albrecht, M., Bärtschi, C., Collatz, J., Entling, M.H., Jacot, K., 2016. Perennial, species-rich wildflower strips enhance pest control and crop yield. *Agric. Ecosyst. Environ.* 220, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.001>
- [35] Holland, J.M., Birkett, T., Southway, S., 2009. Contrasting the farm-scale spatio-temporal dynamics of boundary and field overwintering predatory beetles in arable crops. *BioControl* 54, 19–33. <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9152-2>.
- [36] Pywell, R., James, K., Herbert, I., Meek, W., Carvell, C., Bell, D., Sparks, T., 2005. Determinants of overwintering habitat quality for beetles and spiders on arable farmland. *Biol. Conserv.* 123, 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.10.010>
- [37] Woodcock, B.A., Westbury, D.B., Potts, S.G., Harris, S.J., Brown, V.K., 2005. Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farms. *Agric. Ecosyst. Environ.* 107, 255–266. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.10.029>
- [38] Lamy F., P. Bolland, D. Viannay et B. Pintureau., 2013. Influence du paysage sur les populations de Trichogrammes (Hymenoptera, Trichogrammatidae). *Bull. Soc. Entomol. France* 118 (2): 197 - 206.