

Diversité des coccinelles (Coléoptères : Coccinellidae) prédatrices dans les vergers de papayer (*Carica papaya* L.) en Côte d'Ivoire

Moustapha TOURE^{1*}, Koffi Eric KWADJO¹, Mamadou DOUMBIA¹, Serge KREITER²
et Kouadio Dagobert KRA¹

¹ Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, Unité de Recherche en Entomologie Agricole du Pôle Production Végétale, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

² Montpellier SupAgro, UMR CBGP (SupAgro / CIRAD / INRA / IRD), 755 avenue du campus Agropolis CS 30016 / 34988 Montferrier-sur-lez cedex, France

* Correspondance, courriel : tmoustapha225@gmail.com

Résumé

La présente étude a pour objectif d'avoir une meilleure connaissance sur les coccinelles prédatrices d'acariens ravageurs présents sur les feuilles de papayer, en vue de protéger par des méthodes de lutte biologique les vergers de papayer en Côte d'Ivoire. Les échantillonnages ont été faits dans trois zones de culture intensive du papayer : Anyama Ahoue (Abidjan), Yobouekro (Toumodi) et Ngattakro (Yamoussoukro). Dans chaque zone, trois parcelles de 1 an ont été choisies. Chaque parcelle a été subdivisée en 10 blocs (2 × 5 m). Trois feuilles de papayer ont été prélevées au hasard sur un pied de papayer infesté, choisi dans chaque bloc. Les feuilles collectées sont ensuite observées sous loupe binoculaire. Tous les insectes prédateurs collectés au cours de cette étude appartiennent à la famille des Coccinellidae. Six espèces ont été identifiées ; il s'agit de *Chilocorus* sp., *Adalia* sp., *Cryptolaemus* sp., *Exochormus* sp., *Scymnus* sp., *Stethorus* sp. Cependant, *Stethorus* sp. est la seule espèce observée consommant des acariens. Les vergers de papayer en Côte d'Ivoire recèlent donc un potentiel agent de lutte biologique des acariens ravageurs : *Stethorus* sp. Des études complémentaires sont nécessaires afin de valoriser les potentialités d'agent de lutte biologique de cette coccinelle contre les acariens ravageurs des cultures.

Mots-clés : insectes prédateurs, coccinelles, acariens, *Stethorus*, papayer, Côte d'Ivoire.

Abstract

Diversity of predatory ladybugs (Coleoptera : Coccinellidae) predator of in papaya orchards (*Carica papaya* L.) in Côte d'Ivoire

The aim of this study is to have a better knowledge about predatory ladybugs of pest mites present on papaya leaves, with a view to using biological control methods to protect papaya orchards in Côte d'Ivoire. The samples were taken in three intensive papaya growing areas : Anyama Ahoue (Abidjan), Yobouekro (Toumodi) and Ngattakro (Yamoussoukro). In each area, three 1-year plots were chosen. Each plot was subdivided into 10 blocks (2 × 5 m). Three papaya leaves were cut off at random from an infested papaya stem, chosen from each block. The collected leaves are then observed under a binocular magnifier. All the predatory insects collected during this study belong to the family Coccinellidae. Six species have been identified ; these are

Chilocorus sp., *Adalia* sp., *Cryptolaemus* sp., *Exochormus* sp., *Scymnus* sp., *Stethorus* sp. However, *Stethorus* sp. is the only species observed consuming mites. Papaya orchards in Côte d'Ivoire contain a potential biological control agent for pest mites: *Stethorus* sp. Additional studies are necessary in order to develop the potential of biological control agent of this ladybug against crop mites.

Keywords : *predatory insects, ladybugs, mites, Stethorus, papaya, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

La Côte d'Ivoire est un pays à vocation agricole. L'agriculture occupe une place importante dans l'économie du pays avec le tiers du Produit Intérieur Brut [1]. A côté des cultures d'exportation telles que le café et le cacao, il existe des cultures fruitières en plein essor telles que la papaye. En Afrique, la Côte d'Ivoire est le deuxième plus grand exportateur de papaye après le Ghana. Aujourd'hui le volume des exportations s'élève à plus de 1000 tonnes, essentiellement vers l'Union Européenne [2]. La culture de la papaye a pris une ampleur intensive en Côte d'Ivoire grâce au Projet de Promotion et de Diversification des Exportations Agricoles (PPDEA) [3]. Le papayer est essentiellement cultivé pour son fruit dont la chaire est riche en vitamine (A et C), en sucre et en potassium. Il est consommé comme dessert au cours des repas, mais aussi comme confiture et purée après transformation. Ses graines ont des propriétés vermifuges [2]. Par ailleurs, il est aussi cultivé pour son latex (contenu dans le tronc) qui renferme une enzyme protéolytique (la papaine) utilisée dans les maladies gastro-intestinales [4, 5]. La production se trouve malheureusement ralentir par la pression des maladies et des ravageurs dont les acariens. En suçant la sève, les acariens causent des dégâts importants à la culture du papayer. Ces dégâts varient en fonction du groupe ou de l'espèce d'acariens [6]. Pour pallier à cette baisse de production, les producteurs ont recours aux pesticides chimiques. Dès leur apparition, les pesticides chimiques ont séduit par leur efficacité à juguler l'action des ravageurs [7]. Aujourd'hui, les pesticides chimiques qui sont irréfutablement indispensable ont des actions néfastes sur l'homme et son environnement [8]. Le manque de formation des paysans à l'utilisation des pesticides ; mais aussi, l'utilisation de certains pesticides chimiques non homologués fait de ces produits un danger potentiel pour ses utilisateurs [9, 10].

Par ailleurs, l'utilisation abusive de ces produits chimiques a favorisé d'une part l'accoutumance puis la résistance des ravageurs et d'autre part la mort des ennemis naturels [11, 12]. Pour pallier à ces problèmes, la lutte biologique s'est avérée une alternative plus efficace à la lutte chimique en thème de préservation de la santé de l'homme et son environnement [13]. Elle utilise divers ennemis naturels dont les coccinelles prédatrices. En effet, la lutte biologique a fait son entrée dans les méthodes de protection phytosanitaire en 1889 grâce au succès de l'acclimatation de la coccinelle *Rodalia cardinalis* Mulsant en Californie contre la cochenille *Icerya purchasi* Maskell [13]. Depuis lors, les coccinelles ont occupé une place importante dans les essais de lutte contre des ravageurs de culture. L'efficacité des coccinelles en lutte biologique pourrait s'expliquer par la capacité de prédation des larves et des adultes chez la plupart des espèces [14]. De nombreuses études ont permis de mettre en évidence le contrôle de plusieurs ravageurs des cultures par les coccinelles. *Aphis gossypii*, puceron ravageur des courgettes du Shandong en Chine a été contrôlé par *Coccinella septempunctata* [15]. Alhmedi *et al.* ont collectés dans les champs de blé, de colza et de pois, les coccinelles *Coccinella septempunctata* et *Harmonia axyridis*, prédatrices des pucerons *Acyrtosiphon pisum* et *Microlophium carnosum* [16]. Une étude menée sur les arthropodes auxiliaires de cultures a permis de recenser plusieurs coccinelles prédatrices dont *Adalia bipunctata* (L.), *Chilocorus bipustulatus* (L.), *Coccinella septempunctata* (L.), *Stethorus punctillum* Weiss [17]. La présente étude est une étape préliminaire de contrôle biologique des acariens ravageurs des cultures en Côte d'Ivoire à l'aide d'ennemis naturels indigènes. Elle a pour objectif d'avoir une meilleure connaissance des coccinelles prédatrices d'acariens ravageurs présents sur les feuilles de papayer.

2. Matériel et méthodes

2-1. Sites d'étude

L'étude a été menée durant l'année 2017, dans des vergers de papayer. Les travaux d'échantillonnage se sont déroulés à Anyama, Yobouekro et NGattakro situées respectivement dans les départements d'Abidjan, Toumodi et Yamoussoukro (*Figure 1*). La température et la pluviométrie moyenne annuelle dans ces localités sont respectivement de 26,1 °C et 1706 mm ; 26,6 °C et 1092 mm ; 25,9 °C et 1118 mm. Ces localités sont situées respectivement aux coordonnées présentées dans le *Tableau 1*. Le choix de ces trois localités a été guidé par le fait qu'elles sont, d'une part, des zones de production intensive du papayer, et d'autre part, parce qu'elles présentent trois types de végétations (forêt, transition savane-forêt et savane). Les travaux de laboratoire se sont déroulés à l'Université Nangui Abrogoua, au sein du laboratoire d'Entomologie agricole.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des sites d'étude sur les acariens du papayer en Côte d'Ivoire

Départements	Sites d'étude	Coordonnées géographiques	
		Latitude	Longitude
Abidjan	Anyama Ahoue	5°26'00.87"N	3°55'00.60"W
Toumodi	Yobouékro	6°31'19.196"N	5°6'41.36"W
Yamoussoukro	NGattakro	6°49'39.443"N	5°17'21.635"W

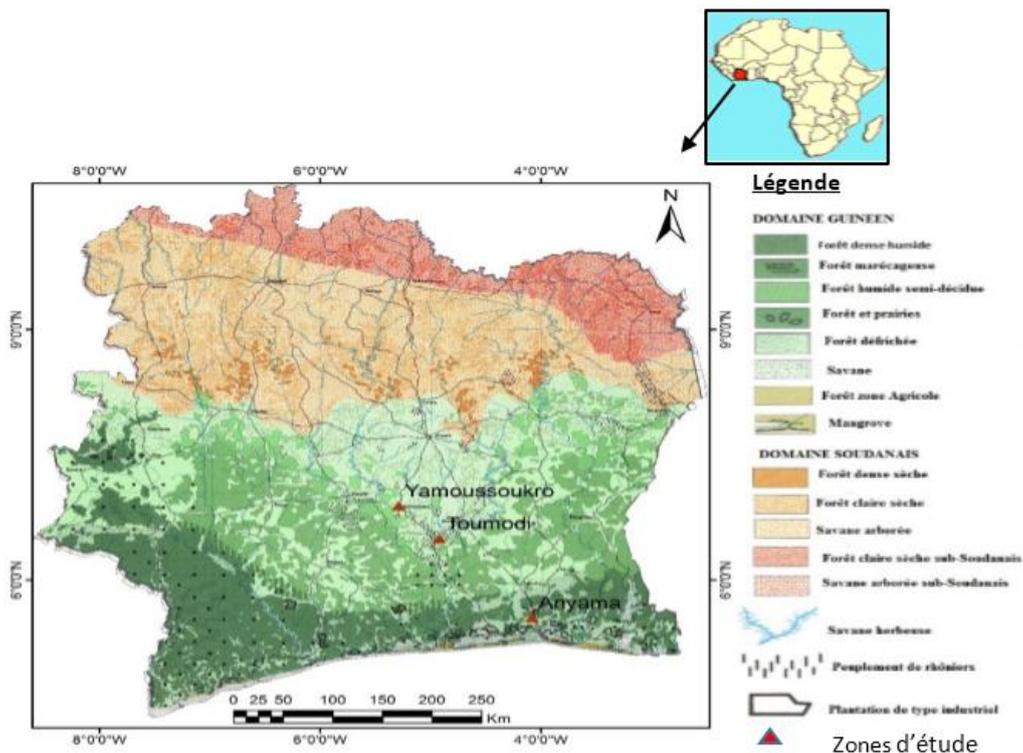


Figure 1 : Localisation des zones de production de papayer choisies pour l'étude des coccinelles

2-2. Méthodes d'échantillonnage

Trois parcelles de même âge (1 an) ont été choisies par sites pour l'échantillonnage. En tenant compte des effets de bord, chaque parcelle a été subdivisée en 10 blocs de 2×5 m chacune (soit 6 pieds de papayer par bloc), Deux blocs successifs sont espacés de 6 m. Trois blocs successifs sont disposés en diagonal (*Figure 2*). A l'aide d'une paire de ciseau, trois feuilles sont collectées au hasard sur un pied de papayer infesté par les

acariens, choisi parmi les six pieds de papayer d'un bloc [18]. Au total, 10 pieds de papayer (dont 30 feuilles) ont été choisis par parcelle pour l'échantillonnage. Chaque feuille cueillie est mise dans un sachet plastique, étiqueté, puis conduit au laboratoire.

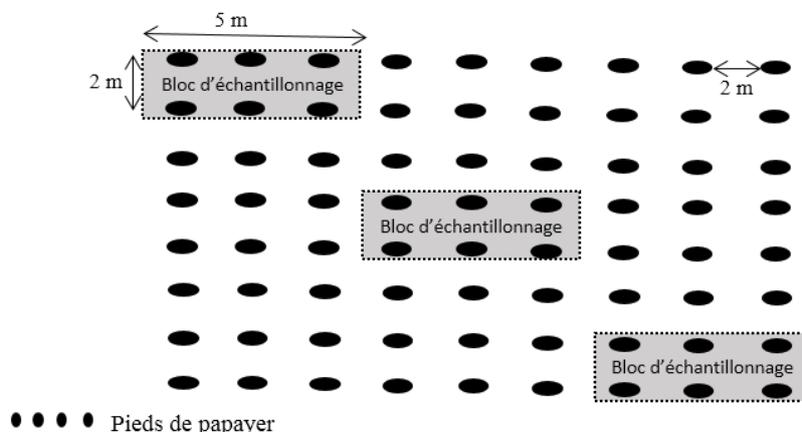


Figure 2 : Dispositif expérimental pour l'étude de coccinelle dans les vergers de papayer

2-3. Collecte et identification des insectes

La collecte des insectes des feuilles cueillies a été faite sous loupe binoculaire au grossissement 10. A l'aide d'un petit pinceau préalablement imbibé d'alcool, les insectes sont capturés et mis dans des microtubes contenant de l'alcool dilué à 70 %. Pour leur identification, les insectes ont été observés dans un premier temps sous loupe binoculaire au grossissement 45 afin d'identifier la famille, et cela grâce à l'ouvrage de référence [19]. Ensuite, sous microscope optique au grossissement 100, les insectes ont été identifiés jusqu'au genre grâce aux ouvrages des références [17, 20, 21] qui servent de clés d'identification.

3. Résultats

3-1. Diversité spécifique des Coccinellidae dans les vergers de papayer

L'identification des Coccinellidae collectés au cours de cette étude a permis d'obtenir 6 espèces prédatrices constituées d'adultes et de larves toutes prédatrices. *Stethorus* sp. est l'espèce prédatrice la plus abondante avec 56 %. Trois espèces de larves ont été collectées dont *Adalia* sp., la plus abondante avec 3 individus (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Espèces de coccinelles prédatrices observées dans les vergers de papayer

Espèces	Stade de développement	Effectif
<i>Stethorus</i> sp.	Adulte	14
	Larve	1
<i>Scymnus</i> sp.	Adulte	4
	Larve	0
<i>Exochomus</i> sp.	Adulte	2
	Larve	0
<i>Cryptolaemus</i> sp.	Adulte	1
	Larve	0
<i>Adalia</i> sp.	Adulte	0
	Larve	3
<i>Chilocorus</i> sp.	Adulte	0
	Larve	2

3-2. Groupes trophiques au sein des coccinelles associées aux vergers de papayer

Trois groupes trophiques ont été identifiés au sein de ces prédateurs. Il s'agit des aphidiphages, des coccidiphages, et des acariphages (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Différents groupes trophiques au sein des coccinelles prédatrices dans les vergers de papayer

Groupes trophiques	Espèces prédatrices	Proies	Références
Coccidiphages	<i>Chilocorus</i> sp. <i>Cryptolaemus</i> sp. <i>Exochomus</i> sp.	Cochenilles	[17, 18, 13]
Aphidiphages	<i>Adalia</i> sp. <i>Scymnus</i> sp.	Aphides (pucerons)	[17, 22, 13]
Acariphages	<i>Stethorus</i> sp.	Acarie (Tétranyques)	

3-3. Abondance de *Stethorus* sp. dans les vergers de papayer

L'effectif de *Stethorus* collecté sur l'ensemble des sites d'étude est faible (15 individus). Cependant, le plus grand nombre d'individus a été collecté à Anyama (60 %). Par contre, aucun individu n'a été collecté à Yobouekro (**Figure 3**).

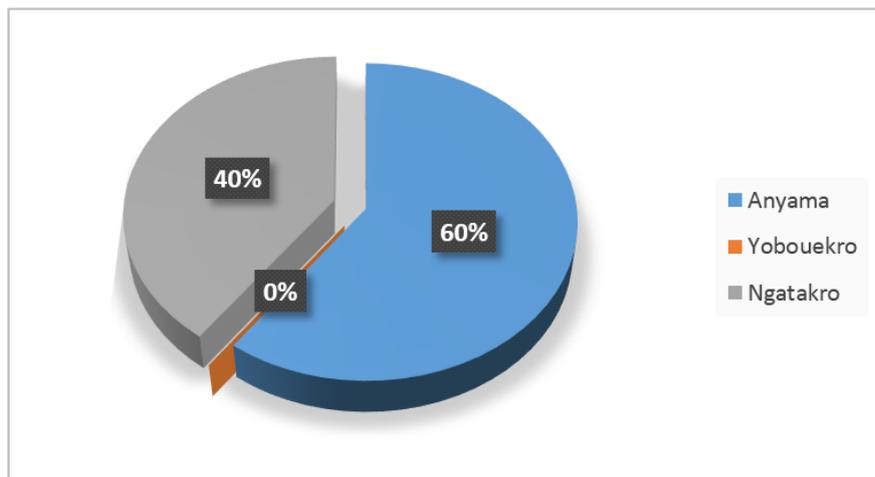


Figure 3 : Abondance de *Stethorus* sp. dans les vergers de papayer

3-4. Évolution de *Stethorus* sp. au cours de l'année

A Anyama, l'effectif de la population de *Stethorus* croit à partir du mois de juin pour atteindre sa valeur maximale au mois de septembre. Ensuite, il décroît rapidement pour s'annuler au mois de décembre. A Ngatakro, l'effectif de la population de *stethorus* est abondant pendant le mois de mars puis décroît tout au long de l'année et s'annule à partir du mois de septembre. Aucun individu de *Stethorus* n'a été observé à Yobuekro durant la période de l'étude (**Figure 4**).

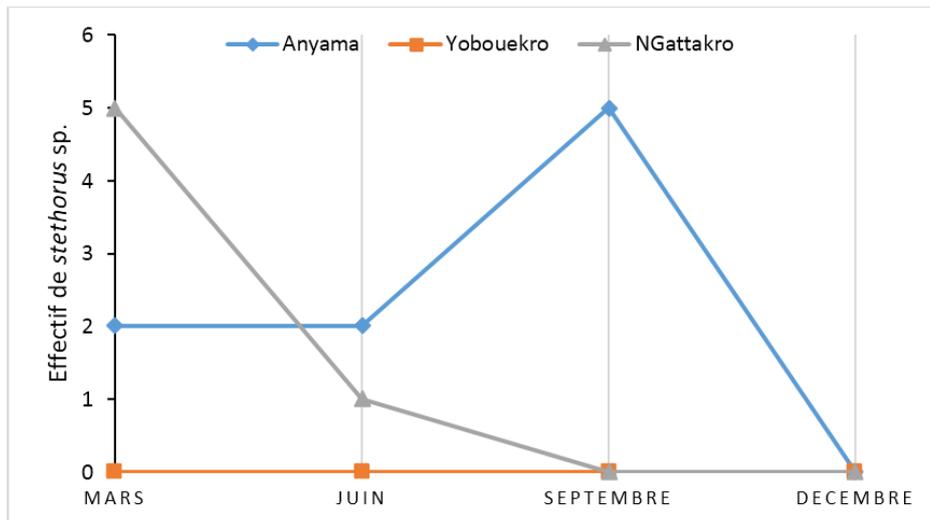


Figure 4 : Évolution des populations de *Stethorus* sp. dans les vergers de papayer

4. Discussion

Dans cette étude, les insectes prédateurs collectés sur les feuilles de papayer appartiennent tous à l'ordre des coléoptères notamment à la famille des Coccinellidae. Les Coccinellidae regroupent en leur sein de nombreux insectes prédateurs. Les adultes et les larves de Coccinellidae sont connus comme des prédateurs [14]. Certaines espèces de coccinelles prédatrices sont généralistes, c'est-à-dire qu'elles se nourrissent de proies différentes. Par contre, d'autres espèces sont spécialisées dans la prédation d'un seul type de proie. En effet, des travaux ont montrés que la larve, la nymphe et l'adulte des coccinelles du genre *Stethorus* sont des prédateurs [23]. Une étude a montré que *Coccinella septempunctata* et *Propylea japonica* sont prédatrices des aphides respectivement sur la courgette et la pomme de terre [15]. Une étude sur *Aphis craccivora*, puceron du haricot, a permis de montrer que les coccinelles Scymniinae sont les principales prédatrices de ce puceron [22]. L'adulte et la larve de *Cryptolaemus* et d'*Adalia* se nourrissent respectivement de cochenilles et d'aphides. Cependant, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant a été introduite dans près de 64 pays afin de contrôler les ravageurs appartenant aux Hémiptères notamment la cochenille faneuse (*Pseudococcus*) [24]. Au cours d'une étude à Biskra, au Sud de l'Algérie, la coccinelle *Exochomus pubescens* a été collectée sur le palmier dattier [18]. Parmi les six espèces de coccinelles prédatrices identifiées au cours de cette étude, l'espèce *Stethorus* sp. est la plus abondante. Cela pourrait s'expliquer par une forte présence de colonies d'acariens tetranyques sur les feuilles de papayer. Stethorini, une tribu des Coccinellidae, à laquelle appartient les genres *Stethorus* et *Parastethorus* est spécialisée dans la prédation des acariens en particulier ceux de la famille des Tetranychidae [25]. Au Paraguay, une étude menée sur le thé a permis de mettre en évidence que *Parastethorus histrio* se nourrit aussi des œufs, des larves et des adultes de *Oligonychus yothersi* (acarien Tetranychidae) [26]. Au Québec, *Stethorus punctillum* Weiss est découvert naturellement dans les cultures de framboises comme prédatrice des tétranyques [27]. Egalement, dans la région d'Ouargla en Algérie, une étude sur l'efficacité de *Stethorus punctillum* Weiss lâchée contre *Oligonychus afrasiaticus* McGregor s'est avérée significative [28]. Les résultats obtenus indiquent que la densité de *Stethorus* (nombre d'individus par site d'étude) est faible sur l'ensemble des sites d'étude. En effet, les monocultures (verger de papaye) comparées aux habitats semi-naturels n'offrent pas de ressources suffisantes pour un meilleur développement des ennemis naturels [29]. Le plus grand nombre d'individus de *Stethorus* a été collecté sur le site d'Anyama. Cela pourrait s'expliquer par une forte abondance d'acariens observés sur ce site par rapport aux deux autres. Cependant, le faible nombre d'individus de *Stethorus* récoltés, a été un handicap

pour évaluer l'impact du prédateur sur les acariens ou établir la correspondance "prédateur-proie". Nous avons constaté une abondance du prédateur à Anyama et NGattakro, respectivement pendant le mois de septembre et mars. En outre, le prédateur était absent au cours du mois de décembre. Cette différence d'abondance mensuelle pourrait s'expliquer par une variation de la température et de la pluviométrie au cours de l'année. A Anyama, le mois de septembre présente une basse température (24,36 °C) et une pluviométrie moyenne (68,8 mm). A NGattakro, le mois de mars est le plus chaud de l'année avec une température de 27,8 °C et une pluviométrie de 106 mm. Les insectes étant des organismes ectothermes, leurs activités métaboliques seront donc affectées par une variation de la température ambiante. Par conséquent, cela aura une importante répercussion sur leur développement, leur survie, leur reproduction et leur comportement [30]. Une hausse de la température favoriserait l'activité de prédation, une augmentation des précipitations au contraire réduira le taux de prédation car les précipitations réduisent fortement la capacité de déplacement et de recherche des prédateurs [31]. L'évaluation de l'impact réel des facteurs climatiques (température et précipitations) sur la population de *Stethorus sp.* nécessite une prise régulière des données climatiques sur les différents sites d'étude, ce qui n'a pas été le cas dans notre étude.

5. Conclusion

L'entomofaune des vergers du papayer dans les zones de production en Côte d'Ivoire recèle une diversité de coccinelles prédatrices. Six espèces (*Chilocorus sp.*, *Adalia sp.*, *Cryptolaemus sp.*, *Exochormus sp.*, *Scymnus sp.*, *Stethorus sp.*) appartenant à la famille des Coccinellidae ont été recensées. Ces prédateurs sont aussi bien des larves que des adultes et sont repartis en trois groupes tropiques : les coccidiphages, les aphidiphages et les acariphages. Le groupe des coccidiphages est le plus diversifié avec trois espèces (*Cryptolaemus sp.*, *Exochormus sp.*, *Chilocorus sp.*). L'espèce *Stethorus sp.*, prédateur d'acariens est la plus abondante. L'espèce *Stethorus sp.* est plus abondant à Anyama pendant le mois de septembre. Il est également présent à NGattakro pendant le mois de mars. Mais aucun individu n'a été observé à Yobouekro. Il serait donc intéressant d'évaluer l'impact réel de la variation climatique sur les populations de *Stethorus*, par la prise directe des données climatiques sur les sites d'étude.

Références

- [1] - J. A. GNAGO, M. DANHO, ATCHAM AGNEROH, I. K. FOFANA and A. G. KOHOU, *International Journal Biology Chemical Sciences*, 4 (4) (2010) 953 - 965
- [2] - <https://goutimot.com/agriculture/production/cultures/>, (Décembre 2019)
- [3] - E. K. KOFFI, Report on Plant Breeding and Related Biotechnology Capacity - Côte d'Ivoire. Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building (GIPB), (2008) 33 p.
- [4] - C. DIDIER and M. DOUMBIA, Itinéraire technique papaye *Carica papaya*. PIP, (2011) 54 p.
- [5] - B. TELEMANS, La culture du papayer au Sénégal. RADHORT-PUBLICATIONS, (2012) 11 p.
- [6] - A. A. SEIF and B. NYAMBO, Guide de bonnes pratiques phytosanitaires pour la papaye (*Carica papaya*) issue de la production biologique en pays ACP. PIP, (2010) 56 p.
- [7] - B. SANE, D. BADIANE, M. T. GUEYE and O. FAYE, *International journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (1) (2018) 157 - 167
- [8] - M. T. GUEYE, Gestion intégrée des ravageurs de céréales et de légumineuses stockées au Sénégal par l'utilisation de substances issues de plantes. Thèse de doctorat, Université de Liège- Gembloux, Agro-Bio Tech, Liège, (2012) 216 p.
- [9] - E. N. AKESSE, S-W. M. OUALI-N'GORAN, Y. TANO, *Journal of Applied Biosciences*, 93 (2015) 8667 - 8674

- [10] - D. SON, I. SOMDA, A. LEGREVE, B. SCHIFFERS, Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement, *Cahier Agricultures*, 26 (2017) 25005
- [11] - S. ADAM, P. A. EDORH, H. TOTIN, L. KOUMOULOU, E. AMOUSSOU, K. AKLIKOKOU, M. BOKOU, *International journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (4) (2010) 1170 - 1179
- [12] - B. EKSTRÖM and B. EKBOM, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30 (2011) 74 - 94
- [13] - N. LAMBERT, Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au québec, Essai effectué en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.), Centre Universitaire de Formation en Environnement Université de Sherbrooke, 103 p.
- [14] - P. D. LUCAS, Les coccinelles de la Martinique : une ressource biologique méconnue pour la protection durable des cultures, ACOREP-France : Coléoptères des Petites Antilles, tome 1 (2012) 9 p.
- [15] - T. LOPES, E. BOSQUEE, D. P. LOZANO, J. L. CHEN, C. DENGFA, L. YONG, Z. FANG-QIANG, E. HAUBRUGE, C. BRAGARDE and F. FRANCIS, *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*, 64 (3) (2012) 63 - 71
- [16] - A. ALHMEDI, F. FRANCIS, B. BODSON, and E. HAUBRUGE, Etude de la diversité des pucerons et des auxiliaires aphidiphages relative à la présence d'orties en bordure de champs, *Notes faunistiques de Gembloux*, 59 (2) (2006) 121 - 124
- [17] - S. KREITER, Les arthropodes auxiliaires des cultures: morphologie, biologie, intérêts et limites, Montpellier SupAgro, (2008) 66 p.
- [18] - L. SAHARAUI, M. BICHE and J-L. HEMPTINNE, *Bull. Soc. zool. Fr*, 135 (3-4) (2010) 265 - 280
- [19] - G. DELVARE and H-P. ABERLENC, Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clé pour la reconnaissance des familles, CIRAD, Montpellier Cedex, France, (1989) 229 p.
- [20] - R. G. BOOTH, M. L. COX and R. B. MADGE, Guides to insectes of importance to man, 3. Coleoptera. *International institute of Entomology (An Institute of C. A. B International)*, (1990) 369 p.
- [21] - B. DEROLEZ, N. ORCZYK and S. DECLERCQ, Clé d'identification des coccinelles du Nord-Pas-de-Calais. Groupe coccinelles Nord-Pas-de-Calais. Version 4.1 (2014) 92 p.
- [22] - C. GOURMEL, Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de Guyane. Coopérative BIO SAVANE, (2014) 78 p.
- [23] - HANDOKO and AFFANDI, *Agrivita*, 34 (1) (2012) 7 - 13
- [24] - M. T. K. KAIRO, O. PARAISO, R. D. GAUTAM and D. D. PETERKIN, *CAB Reviews*, 8 (5) (2013) 20 p.
- [25] - D. J. BIDDINGER, D. C. WEBER and L. A. HULL, *Biological Control*, 51 (2009) 268 - 283
- [26] - L. F. A. ALVES and D. G. PINTO DE OLIVEIRA, *Brazilian Journal of Biosciences*, 7 (2) (2009) 229 - 230
- [27] - M. ROY, J. BRODEUR and C. CLOUTIER, *Environmental Entomology*, 28 (1999) 735 - 747
- [28] - M. A. IDDER M and B. PINTUREAU, *Institut français de Recherches fruitières Outre-mer*, 63 (2) (2008) 85 - 92
- [29] - E. ETILE, D. PH, Pratiques agricoles favorisant la répression des ravageurs des cultures par leurs prédateurs naturels, *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, (2012) 41 p.
- [30] - J. BRODEUR, G. BOIVIN, G. BOURGEOIS, C. CLOUTIER, J. DOYON, P. GRENIER, A-E. GAGNON, Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec, *OURANOS*, (2013) 124 p.
- [31] - L. THOMSON, S. MACFADYEN and A. HOFFMANN, *Biological. Control*, 52 (2010) 296 - 306