

Diversité Taxonomique Des Hémiptères Aquatiques De La Ville De Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)

Caractérisation Spécifique et Clé de Détermination des Familles

N'Guessan Lucie YEBOUE¹, Boly Valerie N'DO Bi², Kotchi Yves BONI³

¹Unité de Formation et de Recherche Agroforesterie
Université Jean Lorougnon Guédé
Daloa, Côte d'Ivoire
yeboulucie@ujlg.edu.ci

²Unité de Formation et de Recherche Environnement
Université Jean Lorougnon Guédé
Daloa, Côte d'Ivoire

³Unité de Formation et de Recherche Environnement
Université Jean Lorougnon Guédé
Daloa, Côte d'Ivoire
bonyves@yahoo.fr



Abstract—Les Hémiptères aquatiques constituent un groupe de macro-invertébrés très diversifié possédant des sensibilités diverses aux variations spécifiques de l'environnement induites par la pollution ou la modification de l'habitat. La diversité taxonomique des Hémiptères aquatiques a été étudiée dans les plans d'eau urbains de Daloa à partir d'un échantillonnage à la benne et au filet troubleau sur 12 stations au cours de deux saisons hydrologiques. Au total, 21 taxons appartenant à 10 familles regroupées en deux infra-ordres Gerromorpha et Nepomorpha ont été identifiés. Les Nepomorpha comptent 12 taxons appartenant à 6 familles dont les Belostomatidae et les Corixidae renfermant le plus grand nombre de taxons. Quant au Gerromorpha, ce sont 9 taxons répartis en 4 familles dont les plus importantes sont les Gerridae et les Veliidae. Une clé d'identification des familles des Hémiptères aquatiques a été établie. Des descriptions sommaires des espèces ont été faites pour faciliter leur identification.

Keywords—Hémiptères aquatiques, diversité, taxonomie, Daloa, Côte, d'Ivoire.

I. INTRODUCTION

Les Hémiptères aquatiques font partie des macro-invertébrés aquatiques qui sont des organismes dont la taille en fin de développement larvaire est supérieure au millimètre [1]. Ils constituent un groupe très diversifié, et les organismes le composant possèdent des sensibilités diverses aux variations spécifiques de l'environnement induites par la pollution ou la modification de l'habitat [2, 3]. Ils représentent un maillon essentiel des chaînes trophiques des écosystèmes dulçaquicoles [4]. Ils ont plusieurs intérêts qui se partagent sur les plans écologique, médical et alimentaire et sont même d'une importance capitale en pisciculture. Du point de vue écologique, les Hémiptères aquatiques ont développé des adaptations à la respiration dans le milieu aquatique (présence de siphon respiratoire chez les Nepidae) et sont par conséquent, moyennement résistants à la dégradation du milieu [5, 2]. Sur le plan alimentaire ils constituent une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons et d'oiseaux [6].

Outre ce rôle de bio-indicateurs, les Hémiptères dulçaquicoles (Corixidae et Belostomatidae) sont des hôtes et/ou des vecteurs potentiels d'agents pathogènes comme *Mycobacterium ulcerans* responsable de l'ulcère de Buruli [7]. Autant ces deux familles sont à éviter en certaines régions du globe à cause du protozoaire qu'elles hébergent, autant elles sont recherchées ailleurs pour la constitution de mets [8]. En plus, la famille des Belostomatidae et celle des Corixidae constituent respectivement un aliment de choix des jeunes crocodiles [9] et des poissons en pisciculture [10]. Les Hémiptères méritent donc d'être mieux connus en Côte d'Ivoire de façon générale et plus particulièrement à Daloa où l'on trouve une grande diversité de milieux aquatiques tant lotiques que lenticques situés en zone urbaine [11, 12]. L'objectif général de cette étude est de contribuer à la connaissance des Hémiptères aquatiques des plans d'eau urbains de Daloa. Elle comporte la description sommaire de toutes les espèces accompagnée d'une clé d'identification pour les familles.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Sites d'étude

L'échantillonnage a été effectué dans 12 stations situées dans la ville de Daloa au centre-ouest de la Côte d'Ivoire, à 6°53' de latitude nord et 6°27' de longitude ouest. Ces stations ont été choisies en tenant compte des activités humaines et de leur accessibilité (Figure 1). Il s'agit de quatre lacs (Gbédji, Ancien Corridor Vavoua, Bra-Kanon 01 et Bra-Kanon 02), quatre étangs (Corridor Man 01, Corridor Man 02, Corridor Man 03 et UJLoG 01), deux mares (Institut pastoral et UJLoG 02), un canal (Corridor Man 04) et un ruisseau (Quartier Manioc).

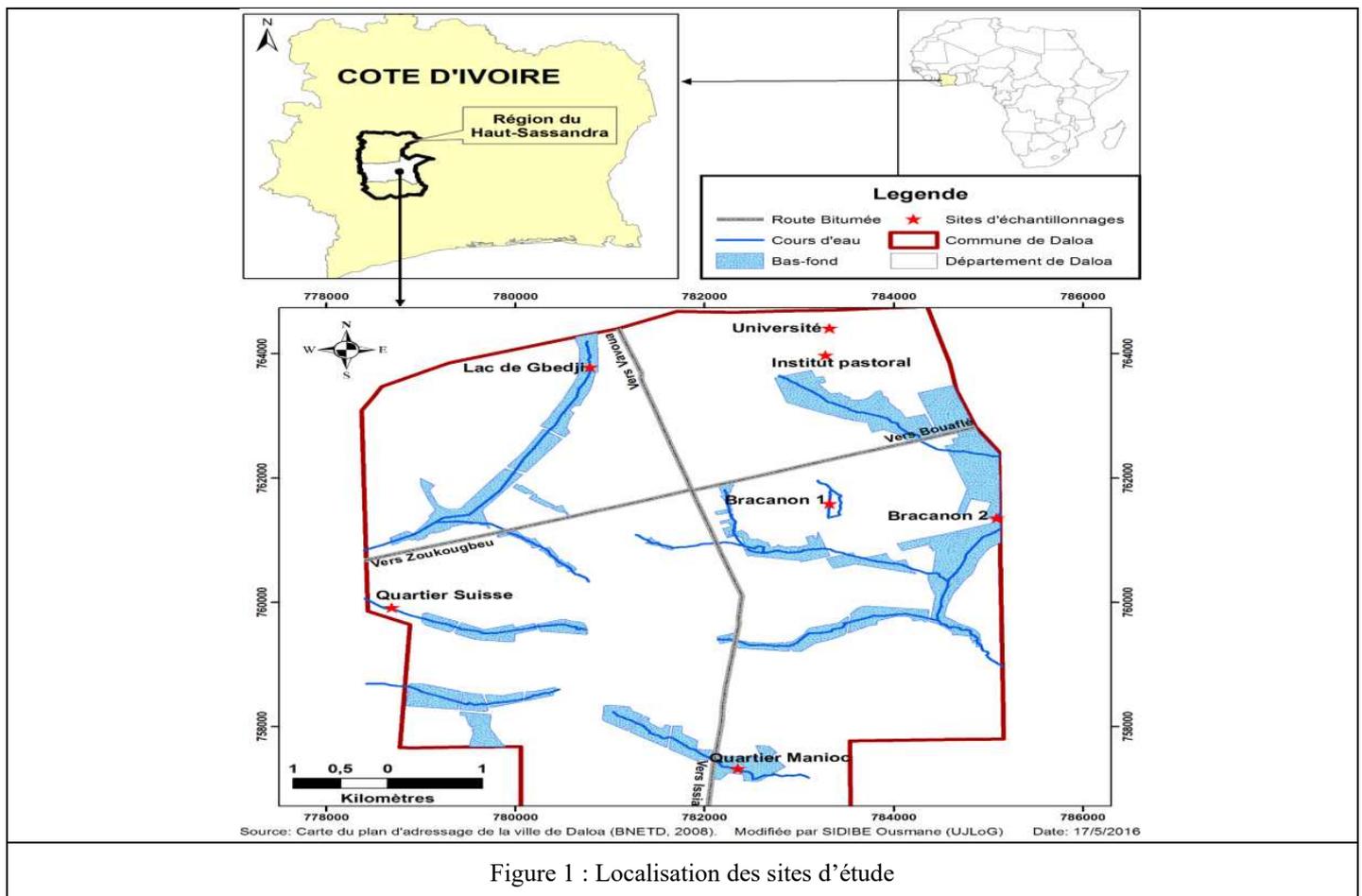


Figure 1 : Localisation des sites d'étude

B. Méthodologie

Les macro-invertébrés ont été échantillonnés à l'aide du filet troubleau suivant la méthode SASS (South African Scoring

System) [13]. Les échantillons ont été récoltés en submergeant le filet troubleau et en le traînant dans la colonne d'eau sur une surface de 1 m² (2 m x 0,5 m) pendant deux minutes. Le filet a également été cogné contre le substrat de fond pour déloger et recueillir les organismes des sédiments. La faune benthique a été aussi récoltée à l'aide de la benne à sédiment de type Van Veen en acier inoxydable. A chaque site, trois (03) échantillons de sédiment correspondant à une surface totale de 0,15 m² ont été prélevés à plusieurs profondeurs. La benne (préalablement armée) a été descendue jusqu'au fond de l'eau à un rythme lent et régulier. La corde a été maintenue le plus verticalement possible pour assurer la mise en place et la levée de la benne à un angle droit par rapport au fond. Dès que les mâchoires de la benne touchent le fond, la corde est tirée pour refermer les mâchoires emprisonnant le sédiment. A la sortie de l'eau, les contenus du filet et de la benne sont lavés sur un tamis de 0,5 mm de maille à l'eau puis introduits dans des boîtes en plastique avant d'être étiquetés. Ensuite, de l'alcool à 70 % a été ajouté aux échantillons pour leur conservation. Ces échantillons ont été, par la suite, transportés au laboratoire pour être triés afin d'identifier les macro-invertébrés.

Tri et identification des Hémiptères récoltés

Le tri des échantillons a été réalisé dans une boîte de Pétri en verre à fond quadrillé (pour s'assurer que tout le contenu a été visité) sous la loupe binoculaire. Ce tri a permis d'isoler les macro-invertébrés aquatiques du sédiment et des débris végétaux. Cependant, l'identification des taxons a concerné seulement les Hémiptères. Ces insectes ont été déterminés au niveau taxonomique le plus bas possible à l'aide des ouvrages de [14, 1, 15, 16]. Après les avoir identifiés, les individus sont comptés et photographiés.

III. RÉSULTATS

A. Classement systématique

Classe : Insecta

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre : Heteroptera

La clé d'identification et la diagnose ont été réalisées à partir des caractères morphologiques observés sur chaque taxon.

B. Clé des taxons d'Hémiptères aquatiques de la ville de Daloa

Les Hémiptères avec les autres insectes, et plus particulièrement leurs larves, constituent l'essentiel des macro-invertébrés aquatiques. A l'issue des campagnes d'échantillonnage, 21 taxons d'Hémiptères aquatiques ont été inventoriés. Ces taxons sont répartis dans 10 familles regroupées en deux infra – ordres à savoir les Gerromorpha (espèces semi-aquatiques se déplaçant à la surface de l'eau ou sur les berges) et les Nepomorpha (espèces strictement aquatiques se déplaçant en pleine eau).

La clé d'identification des Hémiptères récoltés dans les stations part des infra – ordres jusqu'aux taxons.

Clé d'identification des familles d'Hémiptères aquatiques urbains de Daloa

1. * Antennes aussi longues ou plus longues que la tête, nettement visibles de dessus.....GERROMORPHA 2
 - * Antennes plus courtes que la tête, non visibles de dessus ou seulement un petit peu.....NEPOMORPHA 5
- 2 * Corps long et grêle ; longueur de la tête supérieure ou égale à celle du thoraxHydrometridae
 - * Corps plus court et massif ; longueur de la tête inférieure à celle du thorax.....3
- 3 * Griffes tarsales des pattes 1 insérées à l'extrémité du tarse ; corps allongé.....Mesoveliidae
 - * Griffes tarsales des pattes 1 insérées avant l'extrémité du tarse.....4
- 4 * Fémurs postérieurs ne dépassant pas ou dépassant de peu l'extrémité de l'abdomen....Veliidae
 - * Fémurs postérieurs dépassant largement l'extrémité de l'abdomen.....Gerridae
- 5 * Rostre court et triangulaire.....Corixidae
 - * Rostre allongé et cylindrique6
- 6 * Pattes postérieures sans griffes.....Notonectidae
 - * Pattes postérieures avec griffes.....7
- 7 * Taille du corps inférieure à 3 mm.....Pleidae
 - * Taille du corps supérieure à 3 mm.....8
- 8 * Absence de siphon respiratoire au bout de l'abdomen.....Naucoridae
 - * Présence de siphon respiratoire au bout de l'abdomen.....9
- 9 * Abdomen terminé par 1 ou 2 longs siphons respiratoires.....Nepidae
 - * Abdomen terminé par 2 courts siphons respiratoires.....Belostomatidae

C. Diagnose des taxons d'Hémiptères rencontrés

A l'issue des différentes observations et identifications, les taxons suivants ont été répertoriés et décrits brièvement. Dans chaque infra-ordre, les taxons sont classés par ordre alphabétique. Les photos des taxons sont aussi présentées.

1- Infra-ordre des Gerromorpha (Amphibiocorisae)

Les taxons appartenant à cet infra-ordre portent tous deux longues antennes. Les taxons identifiés appartiennent à quatre familles. Les photos de ces taxons sont présentées à la figure 2.

		
<i>Eurymetra</i> sp.	<i>Gerrisella</i> sp.	<i>Limnogonus</i> sp.
		
<i>Hydrometra</i> sp.	<i>Mesovelgia</i> sp.	<i>Mesovelgia vittigera</i>
		
<i>Microvelia bourbonensis</i>	<i>Microvelia</i> sp.	<i>Rhagovelia infernalis</i>
Figure 2 : Photos des taxons identifiés dans l'infra-ordre des Gerromorpha		

1-1-Famille des Gerridae

Eurymetra sp.

Corps brillant et arrondi. Pronotum petit. Mésternum réduit à une petite plaque triangulaire. Présence de suture latérale entre le méso et le métathorax. Abdomen court. Segments abdominaux non fusionnés. Antennes plus longues que le corps. Pattes intermédiaires et postérieures plus longues que les pattes antérieures. Pattes antérieures épaisses.

Gerrisella sp.

Metasternum net, égal au moins au dixième de la longueur du mesosternum. Abdomen allongé, plus de 2 fois plus long que large à sa base. Marge interne des yeux concave.

Limnogonus sp.

Corps allongé. Antennes plus longues que la moitié de la longueur du corps. Pronotum noir avec une bordure jaune. Lobe antérieur du pronotum présente longitudinalement deux courtes taches jaunes et une pâle raie médiane.

1-2-Famille des Hydrometridae

Hydrometra sp.

Tête très longue, subcylindrique, élargie en avant avec des yeux situés vers la moitié de sa longueur. Corps linéaire, avec des pattes longues et grêles, toutes semblables. Rostre, long et grêle formée de 3 articles. Pattes longues et très fines, identiques et équidistantes avec des hanches non rapprochées. Hanches des pattes métathoraciques nettement écartées. Tarses, formés de 3 articles, munis de longs poils et de griffes apicales.

1-3 Famille des Mesoveliidae

Mesovelia sp.

Longueur de la taille entre 2 et 3 mm. Présence de 2 ocelles, rostre formé de 3 articles. Mesonotum plus allongé que le pronotum. Pattes médianes et postérieures munies d'épines noires au niveau des fémurs pour les premières et au niveau des tibias pour les seconds.

Mesovelia vittigera

Longues antennes. Rostre piqueur et griffes apicales. Coxas des PIII convergeant vers l'axe médian du corps. Segment abdominal VIII avec 2 touffes de soies latérales et une ventrale. Adultes généralement aptères.

1-4 Famille des Veliidae

Microvelia bourbonensis

Corps brun foncé à brun clair en face dorsale et blanc à beige en face ventrale. Un sclérite foncé sur chaque segment avec une ligne claire divisant le pronotum en deux parties égales. Présence d'un rostre piqueur. Fémurs des pattes postérieures ne dépassant pas ou peu l'apex de l'abdomen. Les coxas des pattes postérieures sont parallèles à l'axe médian du corps. Les griffes sont subapicales. Adultes généralement aptères.

Microvelia sp.

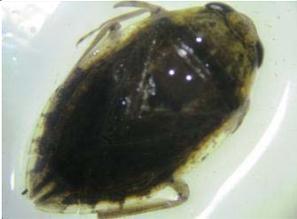
Insecte de petite taille, brun ou vert. Tête plus longue que large avec des yeux et de gros ocelles. Rostre long et formé de 3 articles. Antennes longues, grêles et formées de 4 articles. Pattes grêles. Hanches rapprochées, plus ou moins équidistantes. Hanches des pattes métathoraciques convergentes vers l'axe médian. Tarses formés de 3 articles avec 2 griffes subapicales sur le dernier article. Scutellum bien visible.

Rhagovelia infernalis

Antennes à 4 articles. Rostre formé de 3 articles. Présence de griffes subapicales. Deux taches claires sur le pronotum. Tarses intermédiaires profondément échancrés et munis de griffes lamelleuses et de soies plumeuses.

2- Infra-ordre des Nepomorpha (Hydrocorisae)

Les taxons de cet infra-ordre possèdent de courtes antennes non visibles dorsalement. Les taxons identifiés appartiennent à six familles. Les photos de ces taxons sont présentées à la figure 3.

		
<i>Appasus</i> sp.	<i>Diplonychus</i> sp.	<i>Limnogeton fieberi</i>
		
<i>Micronecta scutellaris</i>	<i>Micronecta</i> sp.	<i>Stenocorisea protrusa</i>
		
<i>Naucoris</i> sp.	<i>Laccotrephes</i> sp.	<i>Ranatra</i> sp.
		
<i>Anisops</i> sp.	<i>Enithares</i> sp.	<i>Plea</i> sp.
Figure 3 : Photos des taxons identifiés dans l'infra-ordre des Nepomorpha		

2-1- Famille des Belostomatidae

Appasus sp.

Taxon relativement de petite taille (13 à 16 mm) à l'exclusion des siphons respiratoires. Corps plus oval. Yeux triangulaires, présence de suture au-dessous de la moitié inférieure du pronotum. Fémurs des pattes antérieures élargies (pattes ravisseuses) et beaucoup plus long que le tibia, pattes postérieures natatoires.

Diplonychus sp.

Corps oval. Avant-fémur légèrement enflé et beaucoup plus long que le tibia. Pattes antérieures ravisseuses. Pattes postérieures aplaties et frangées de soies natatoires. Antennes formées de 4 articles. Ailes avant possédant une partie membraneuse veinée. Siphon respiratoire court et rétractile.

Limnogeton fieberi

Corps oval uniformément coloré avec des yeux triangulaires. Large pronotum avec suture entre les marges antérieure et postérieure. Fémurs des pattes antérieures non élargis (pattes non ravisseuses).

2-2- Famille des Corixidae

Micronecta scutellaris

Espèce de très petite taille essentiellement caractérisée par la présence de trois bandes noires sur le dos, perpendiculaires à l'axe longitudinal du corps.

Micronecta sp.

Très petit avec un petit scutellum visible. Absence d'ocelles. Antennes formées de 3 articles. Ailes métathoraciques réduites.

Stenocorisea protrusa

Corps brillant avec des taches dispersées sur le pronotum et l'hémélytre. Bord externe de l'hémélytre (embolium) dépourvu de cannelure (ou rainure). Scutellum entièrement masqué par le pronotum. Antennes formées de 4 articles. Rostre avec des rainures transversales.

2-3- Famille des Naucoridae

Naucoris sp.

Corps large, ovale et dorsalement aplati en coupe longitudinale. Tête grosse. Marges internes des yeux droites et légèrement convexes. Bord postérieur du pronotum légèrement convexe. Bords latéraux du pronotum rugueux et faiblement rebordés. Scutellum triangulaire. Rostre court et n'atteint pas la hanche des pattes antérieures.

2-4- Famille des Nepidae

Laccotrephes sp.

Corps large et aplati dorso-ventralement. Tête, très petite, de forme ovale et aplatie avec de gros yeux saillants. Pronotum presque aussi long que large. Bord antérieur du scutellum sinueux. Membrane de l'hémélytre réticulée. Siphon respiratoire long avec longueur supérieure ou égale à celle de l'abdomen. Antennes minuscules, formées de 3 articles. Fémurs plus ou moins fortement dentés.

Ranatra sp.

Corps allongé, subcylindrique. Pronotum élargie postérieurement, beaucoup plus long que large. Antennes filiformes. Avant-fémur plus long que le prothorax. Avant-tibia inférieur à la moitié de la longueur de l'avant-fémur. Avant-coxa supérieur à la moitié de la longueur de l'avant-fémur.

2-5- Famille des Notonectidae

Anisops sp.

Présence de fosse sensorielle dans la commissure de l'hémélytre. Yeux rapprochés en arrière. Hémélytre transparente. Antennes formées de 3 articles.

Enithares sp.

Yeux rapprochés, mais ne se touchent pas. Pronotum dorsalement beaucoup plus large que long. Marge antérolatérale du prothorax présente des fovéas. Hémélytre opaque. Tarses intermédiaires formés de 3 articles. Tarses intermédiaires et fémurs intermédiaires présentent des épérons subapicaux.

2-6- Famille des Pleidae

Plea sp.

Corps fortement convexe avec une tête partiellement soudée au thorax. Pronotum et hémélytres couverts de minuscules fossettes. Antennes à 3 articles. Rostre constitué de 4 articles. Pattes méso et méthatoraciques pourvus de soies.

IV. DISCUSSION

Dans les hydrosystèmes de Daloa, ce sont 21 taxons d'Hémiptères aquatiques qui ont été récoltés. Ils sont répartis dans 10 familles regroupées en deux infra – ordres à savoir les Gerromorpha et les Nepomorpha. Chez les Nepomorpha, on compte 12 taxons appartenant à 6 familles dont les Belostomatidae et les Corixidae renferment le plus grand nombre de taxons (trois taxons chacune). Chez les Gerromorpha ce sont 9 taxons répartis en 4 familles dont les Gerridae et les Veliidae ont trois taxons chacune. Ces résultats se rapprochent de ceux de [17] qui a inventorié 9 familles d'Hémiptères dans les lagunes Ono, Kodjoboué et Hébé au sud de la Côte d'Ivoire. Ce sont les Belostomatidae, Naucotidae, Hydrometridae, Notonectidae, Gerridae, Corixidae, Veliidae, Mesoveliidae et Nepidae. En Grande Bretagne, les Hémiptères aquatiques sont regroupés également en deux infra-ordres appartenant à 12 familles [18]. Les Hémiptères aquatiques sont cosmopolites ou ubiquistes, car ils se retrouvent dans tous les hydrosystèmes urbains de Daloa. La plupart de ces Hémiptères ont été collectés dans les étangs piscicoles au sud de la Côte d'Ivoire [19]. Cette forte représentation des Hémiptères dans ces milieux pourrait être due à la présence de plantes aquatiques (Nymphéacées) et des proies comme les alevins. Selon [9] ces insectes sont surtout inféodés à la végétation aquatique et semi-aquatique.

V. CONCLUSION

L'ensemble des plans d'eau urbains de Daloa renferme une grande diversité d'Hémiptères. Les collectes réalisées au cours de l'étude révèlent 21 taxons répartis dans 10 familles regroupées en deux infra-ordres à savoir les Gerromorpha et les Nepomorpha.

REFERENCES

- [1] L. Mary , Guide pratique d'identification des Macroinvertébrés benthiques des cours d'eau, 2000,100 p.
- [2] A-S. Hessé , E. Imbert , C. Karabaghli , S. Mangot & S. Saadat , Les macro-invertébrés benthiques : bioindicateurs de la qualité de nos rivières. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2014, 6 p.
- [3] K. R. Djene, K. Y. Bony , J. R. Allouko, E. H. Y. Kamagate, Konan K. F, Aquatic Macroinvertebrates diversity and assessment of urban water quality with the use of EPTC index in Daloa (Côte d'Ivoire; West Africa). Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 2019, vol. 14, No. 4, pp. 1-7.
- [4] L. Bougard, Approche écologique des macroinvertébrés dans trois étangs des Epioux. Diplôme d'ingénieur, Faculté des Sciences Agronomiques Gembloux (Belgique), 1988, 84 p.
- [5] J. Moisan, Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 2010, 82 p.
- [6] H. Tachet, P. Richoux, M. Bournaud, P.U sseglio-Polatera, Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, (2) Edition, Paris, 2006, 588 p.
- [7] J. M. C. Doannio, K. L. Konan , F. N. Dosso , A. B. Koné , Y. L. Konan , Y. Sankaré , E. Ekaza , N. D. Coulibaly , K.P. Odéhour , M. Dosso , E. D. Sess , L. Marsollier & J. Aubry, Micronecta sp. (Corixidae) et Diplonychus sp. (Belostomatidae), deux hémiptères aquatiques hôtes et/ou vecteurs potentiels de Mycobacterium ulcerans agent pathogène de l'ulcère de Buruli en Côte d'Ivoire. Médecine Tropicale, 2011,vol. 71, pp. 53-57.
- [8] F. Annani, Essai de biotypologie des zones humides du constantinois. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, 2013, 227 p.
- [9] C. Dejoux. Les insectes aquatiques du lac Tchad - Aperçu systématique et bio-écologique. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, 1969, pp. 900-906.
- [10] M. Déthier, Hétéroptère, In: Flore et faune de l'Afrique Sahélo-Soudanienne Tome II. Durand J. R & Lévêque C., (éds) ORSTOM, (Paris, France), 1981, pp.661-685.

- [11] E. Cadot , F. Fournet , N. N'Guessan & G. Salem, Des bas-fonds dans la ville, l'impact sanitaire des aménagements agricoles à Daloa (Côte d'Ivoire). Cahiers Agricultures, 2000, vol. 5, pp 7-14.
- [12] F. Fournet , N. A. N'Guessan & E. Cadot , Gestion de l'espace et schistosomose urinaire à Daloa (Côte d'Ivoire). Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 2002, vol. 97 no 1, pp. 33-36.
- [13] C. W. S. Dickens & P. M. Graham, The South African Scoring System (SASS) Version 5 rapid bioassessment methods for rivers. African Journal of Aquatic Sciences, 2002, vol. 27, pp. 1-10.
- [14] C. Dejoux, J.M. Elouard, P. Forge & J.L. Maslin, Catalogue iconographique des insectes aquatiques de Côte d'Ivoire. ORSTOM , 1981, vol. 42, 178 p.
- [15] I.J. De Moor, J.A. Day, & F.C. De Moor Freshwater invertebrates of southern Africa. Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, Trichoptera and Lepidoptera. WRC Report No. TT 214/03, vol. 8 : Insecta II, 2003, 209 p.
- [16] M. Forcellini , C. Mathieu & S. Merigoux, Atlas des macro-invertébrés des eaux douces de l'Île de la Réunion. Conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'Île de la Réunion à partir des poissons et macrocrustacés et des invertébrés benthiques. Office de l'Eau de la Réunion – CNRS, 2011, 137 p.
- [17] B. R. Dion, Diversité taxonomique, structure des peuplements de macro-invertébrés et qualité des eaux de trois petites lagunes (Ono, Kodjoboué et Hébé) de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 2022, 187p.
- [18] P. Loncle, Les fiches « taxonomiques » FICHE N°3 : Les hétéroptères aquatiques. Observatoire des invertébrés continentaux de Bretagne, 2020, 13 p.
- [19] M. L. Yapo , B. C. Atse, P. Kouassi, Inventaire des insectes aquatiques des étangs de piscicoles au sud de la Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences, 2012, vol. 58, pp. 4208-4222.