



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR ENVIRONNEMENT**

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

-----  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :  
2019-2020

N° D'ORDRE : 0315/2021

N° CARTE D'ETUDIANT :

CE 0415003851

LABORATOIRE :  
BIODIVERSITE ET  
ECOLOGIE TROPICALE

## MASTER

**Production Aquacole et Protection de l'Environnement**

**Option : Protection de l'Environnement et Gestion des Risques**

THEME :

**Evaluation des impacts des activités anthropiques sur la  
qualité des eaux du fleuve Bandama à partir de  
l'entomofaune : Section de la Réserve du Haut-Bandama  
(Centre-nord, Cote d'Ivoire)**

Présenté par :

**OBO N'da Jean-Boris-Mea**

JURY

**Président : M. KOFFI Béné Jean-Claude, Professeur Titulaire,  
Université Jean Lorougnon Guédé**

**Directeur : M. BONY Kotchi Yves, Maître de Conférences,  
Université Jean Lorougnon Guédé**

**Examineur : M. KOUAME Kouamé Martin, Maitre-Assistant,  
Université Jean Lorougnon Guédé**

Soutenu publiquement le :

23 / 02 / 2021

**DEDICACE**

*Je dédie ce mémoire à ma très chère et courageuse grande mère ASSAYE Kouso Agnès, qui avait cru en moi et qui malheureusement n'a pas pu être présente aujourd'hui pour voir le couronnement de tous ses efforts indéfectibles.*

*Egalement à mon père spirituel ALLÉ N'cho Léonce, pour son soutien et ses précieux conseils.*

## REMERCIEMENTS

Avant d'aborder l'exposé de ces recherches, il est agréable d'exprimer nos remerciements et gratitude à tous ceux qui nous ont permis de réaliser ce travail. Particulièrement :

- **Professeur TIDOU Abiba Sanogo, Epouse KONE, Professeur Titulaire**, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLOG), pour avoir autorisé notre inscription au sein de cette institution et pour la formation de qualité dont nous avons bénéficié ;
- **Professeur KONE Tidiani, Professeur Titulaire**, Vice-Président chargé de la Pédagogie, de la Vie Universitaire, de la Recherche et de l'Innovation Technologique de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLOG), pour ses précieux conseils ;
- **Professeur AKAFFOU Doffou Sélastique, Professeur Titulaire**, Vice-Président chargé de la Planification, de la Programmation et des Relations Extérieures, à l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLOG), pour ses encouragements ;
- **Professeur KOUASSI Kouakou Lazare, Professeur Titulaire**, Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche de l'Environnement (UFR-Environnement), pour avoir accepté notre inscription au sein de l'UFR qu'il dirige. Monsieur le Directeur, nous vous remercions pour vos encouragements et votre sollicitude ;
- **Professeur KOFFI Béné Jean-Claude, Professeur Titulaire** à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Directeur du Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale (BioEcoTrop) et Président du jury de ce mémoire, pour nous avoir acceptés dans son laboratoire. Merci pour son dévouement au travail bien fait et ses encouragements ;
- Nous adressons nos remerciements les plus sincères au **Docteur BONY Kotchi Yves, Maître de Conférences** à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Directeur Scientifique et encadreur de ce mémoire, pour sa confiance, pour l'initiation dans le domaine de l'écologie aquatique et pour ses conseils. Merci Monsieur, pour votre soutien inconditionnel et vos encouragements.
- **Docteur KOUAME Martin, Maitre-Assistant** à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa et Examineur du présent mémoire, pour sa contribution à l'amélioration de ce travail ;
- **Docteur ALIKO N'Guessan Gustave, Maître de Conférences**, Responsable du Parcours Protection de l'Environnement et Gestion des Risques (PEGR), à l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour sa contribution à l'amélioration de ce travail, ses conseils et sa disponibilité ;

- **Docteur ALLOUKO Jean-Renaud, Maitre-Assistant** à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. Monsieur, nous vous sommes reconnaissants de l'intérêt et la confiance que vous nous avez témoignée durant toute cette expérience. Tout au long de ce travail, nous avons pu bénéficier de votre expérience, de vos qualités scientifiques et vos conseils judicieux qui ont été décisifs dans l'aboutissement de ce Mémoire. Vous nous avez apporté tout votre soutien pendant les moments difficiles de cette expérience ;
- **Docteurs DJENE Kouakou Roland et KRESSOU Armand**, pour avoir bénéficié de leurs conseils scientifiques et de leurs disponibilités lors de la réalisation de ce travail.
- Nous remercions tous les enseignants-chercheurs, techniciens, membres du laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale (BioEcoTrop), plus particulièrement **Madame KIPRE Ouguimré Hortense Jusèle, Monsieur KOUADIO Atta Léonard et Monsieur KAMAGATE El Hadj Issouf**, pour leur amitié et leur contribution à l'amélioration de ce mémoire ;
- Nous remercions personnellement notre père **OBO Assi Honoré** et notre mère **KIMOU Apo Annick**, pour la vie. Merci pour vos conseils, votre confiance et votre soutien. Que le Seigneur vous bénisse et vous remplisse de joie et de bonheur ;
- Nous remercions infiniment notre oncle **ASSAYE Jean-Eudes** et sa femme **KOUAKOU Adjo Diane**, pour leur accueil et ébergement depuis la première année jusqu'aujourd'hui. Que le tout puissant vous bénisse ainsi que votre famille.
- Nous voudrions remercier **Mesdames YAPO Kouso Véronique, OBO Charlotte, KIMOU Claudia et KIMOU Augustine** ainsi que, les autres membres de notre famille, pour leurs soutiens moraux et financiers durant ces années d'étude. Merci de nous avoir supportés ;
- Nous remercions les étudiants des UFR Environnement et Agroforesterie, notamment les membres du groupe "CHÉRUBINS", pour le soutien et la confiance qu'ils nous ont toujours tous porté, tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que nous portons pour vous ;
- Nous disons merci à nos amis, qui de près comme de loin nous ont aidés, conseillés et soutenus durant toutes ces années d'étude. Que le Seigneur vous bénisse et vous remplisse de joies et de bonheurs ;
- Enfin, il nous est particulièrement agréable de manifester notre reconnaissance aux membres du jury pour leur contribution à l'amélioration de ce travail. Que le tout puissant vous bénisse d'avantage et vous monte de grade.

## TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	i
LISTE DES ABREVIATIONS .....	iv
LISTE DES TABLEAUX .....	v
LISTE DES FIGURES .....	vi
LISTE DES ANNEXES .....	viii
INTRODUCTION	
PREMIERE PARTIE : GENERALITES	
1-1 MILIEU D'ETUDE.....	3
1-1-1 Présentation de la réserve du Haut-Bandama.....	3
1-1-2 Climat.....	4
1-1-3 Hydrographie.....	4
1-1-4 Sol.....	5
1-1-5 Végétation .....	5
1-2 ACTIVITES ANTHROPIQUES ENVIRONNANTES.....	5
1.3 INSECTES AQUATIQUES.....	6
1-3-1 Définition .....	6
1-3-2 Composition taxonomique.....	7
1-4 INSECTES AQUATIQUES ET BIOINDICATION .....	8
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES	
2-1 MATERIEL.....	9
2-1-1 Appareils de mesure des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques..	9
2-1-2 Matériel de collecte et de conservation de l'entomofaune aquatique .....	9
2-1-3 Matériel de tri, d'observation et d'identification .....	10
2-2- METHODES.....	11
2-2-1 Choix des stations d'échantillonnage .....	11
2-2-2-1 Mesure des paramètres physico-chimiques.....	11

2-2-2-2 Mesure des paramètres hydromorphologiques.....	12
2-2-3- Collecte de l'entomofaune aquatique.....	12
2-2-4 Tri et identification des organismes .....	13
2-2-5 Caractérisation de la diversité des peuplements de l'entomofaune.....	13
2-2-5-1 Richesse taxonomique.....	13
2-2-5-2 Pourcentage d'occurrence (F) .....	13
2-2-5-4 Indices de diversité des peuplements .....	14
2-2-5-4-1 Indice de diversité de Shannon (H') .....	14
2-2-5-4-2 Indice d'équitabilité (E) .....	14
2-2-6 Indice de tolérance à la pollution (ET/C) .....	14
2-2-7 Traitements statistiques des données.....	15
<b>TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION</b>	
3-1 ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE ET CARACTERISTIQUES HYDROMORPHOLOGIQUES DES EAUX .....	17
3-1-1 Environnement abiotique des stations.....	17
3-1-1-1 Stations situées en amont de la Réserve du fleuve Bandama.....	17
3-1-1-1-1 Station Bandama Tortiya A (BTA) .....	17
3-1-1-1-2 Station Bandama Tortiya B (BTB).....	17
3-1-1-2 Stations situées dans le cours médian de la Réserve du fleuve Bandama.....	18
3-1-1-2-1 Station Bandama Sinaïm A (BSA).....	18
3-1-1-2-2 Station Bandama Sinaïm B (BSB) .....	18
3-1-1-3 Stations situées en aval de la Réserve du fleuve Bandama .....	18
3-1-1-3-1 Station Bandama Yayakaha A (BYA) .....	18
3-1-1-3-2 Station Bandama Yayakaha B (BYB).....	19
3-1-2 Caractéristiques physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux du fleuve Bandama .....	19
3-1-2-1 Variations spatiales et saisonnières des paramètres .....	19
3-1-2-1-1 Température .....	19

3-1-2-1-2 Conductivité .....	20
3-1-2-1-3 pH.....	21
3-1-2-1-4 Oxygène dissous.....	22
3-1-2-1-5 Turbidité .....	22
3-1-2-1-6 Vitesse du courant .....	23
3-1-2-1-7 Profondeur .....	24
3-2 COMPOSITION, STRUCTURE ET DIVERSITE DE L'ENTOMOFAUNE .....	27
3-2-1 Composition et structure taxonomique .....	27
3-2-1-1 Analyse des occurrences des taxons.....	32
3-2-2 Diversité de l'entomofaune .....	33
3-2-2-1 Variations spatiales et saisonnières de la richesse taxonomique.....	33
3-2-2-2 Variations spatiales et saisonnières de l'indice de Shannon.....	34
3-2-2-3 Variations spatiales et saisonnières de l'indice d'équitabilité .....	35
3-2-3 Analyses quantitatives de l'entomofaune .....	36
3-2-3-1 Abondances globales .....	36
3-2-3-2 Variations spatiales et saisonnières de l'abondance .....	37
3-2-3-3 Répartitions spatiales de l'abondance des principaux ordres d'insectes .....	37
3-2-4 Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques de l'eau et la distribution des principaux taxons .....	38
3-2-5 Taxons indicateurs des différents types d'habitats.....	39
3-3 QUALITE ECOLOGIQUE DES EAUX DE LA RESERVE DU HAUT-BANDAMA A PARTIR DE L'INDICE DE TOLERANCE A LA POLLUTION.....	40
CONCLUSION ET PERSPECPTIVES .....	43
REFERENCES .....	43
ANNEXES	

**LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>ACH</b>	: Analyse de Classification Hiérarchique Ascendante
<b>ACP</b>	: Analyse en Composante Principale
<b>BSA</b>	: Bandama Sinaïm A
<b>BSB</b>	: Bandama Sinaïm B
<b>BTA</b>	: Bandama Tortiya A
<b>BTB</b>	: Bandama Tortiya B
<b>BYA</b>	: Station Bandama Yayakaha A
<b>BYB</b>	: Station Bandama Yayakaha B
<b>GPS</b>	: Global Positioning Systems
<b>OIPR</b>	: Office Ivoirien des Parcs et Réserves
<b>PNMD</b>	: Parc National de Moukalaba Doudou (PNMD)
<b>RDA</b>	: Analyse de ReDondance
<b>RFFHB</b>	: Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama
<b>SODEXAM</b>	: Société de développement et d'exploitation aéroportuaire, aéronautique et météorologique
<b>UJLoG</b>	: Université Jean Lorougnon Guédé

**LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau I :</b> Poids factoriels des paramètres sur les deux premiers axes (F1 et F2) de l'ACP sur les paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux du fleuve Bandama .....	27
<b>Tableau II :</b> Occurrences et compositions taxonomiques de l'entomofaune aquatique du ....	28
<b>Tableau III :</b> Proportions (en %) des catégories de taxons définies sur la base de l'occurrence .....	33
<b>Tableau IV :</b> Indice de tolérance à la pollution et classes de qualité des eaux définies aux...	40

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la Réserve de Flore et de Faune du Haut-Bandama.....	3
Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la région du Hambol réalisé à partir des moyennes des données climatiques de la SODEXAM de 2007 à 2018. ....	4
Figure 3 : Matériel de détermination des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques.....	9
Figure 4 : Matériel de collecte et de conservation de l'entomofaune aquatique.....	10
Figure 5 : Matériel de tri, d'observation et d'identification de l'entomofaune aquatique .....	10
Figure 6: Localisation des stations d'échantillonnage définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama.....	11
Figure 7: Vue partielle des stations Bandama Tortiya A (A) et Bandama Tortiya B (B) définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama (Photo : Kressou A., janvier 2018). ....	17
Figure 8: Vue partielle des stations Bandama Sinaïm A (A) et Bandama Sinaïm B (B) définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama (Photo : Kressou A., janvier 2018). ....	18
Figure 9: Vue partielle des stations Bandama Yayakaha A (A) et Bandama Yayakaha B (B) définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama (Photo : Kressou A., janvier 2018). ....	19
Figure 10: Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la température des eaux du fleuve Bandama.....	20
Figure 11: Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la conductivité des eaux du fleuve Bandama.....	21
Figure 12: Variations spatiales (A) et saisonnières (B) du pH des eaux du fleuve Bandama..	21
Figure 13: Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l'oxygène dissous des eaux du fleuve Bandama.....	22
Figure 14: Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la turbidité des eaux du fleuve Bandama.....	23
Figure 15: Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la vitesse des eaux du fleuve Bandama.....	24
Figure 16: Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la profondeur des eaux du fleuve Bandama.....	24

---

Figure 17: Classification Hiérarchique Ascendante (ACH) des stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama à partir des valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques. ....	26
Figure 18: Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur la base des valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux du fleuve Bandama.....	26
Figure 19 : Composition taxonomique des ordres d'insectes aquatiques observés sur le fleuve Bandama.....	32
Figure 20 : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la richesse taxonomique des insectes du fleuve Bandama. ....	34
Figure 21 : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l'indice des insectes du fleuve Bandama.....	35
Figure 22 : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l'indice d'équitabilité des insectes du fleuve Bandama.....	36
Figure 23: Proportion des classes d'insectes récoltées dans le fleuve Bandama en fonction de leurs abondances .....	36
Figure 24 : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) des abondances d'insectes récoltés dans le fleuve Bandama.....	37
Figure 25: Variation spatiale de l'abondance relative des principaux ordres d'insectes récoltés dans le fleuve Bandama.....	38
Figure 26 : Analyse de Redondance (RDA) des principaux taxons d'insectes du fleuve Bandama et des variables environnementales .....	39
Figure 27 : Typologie abiotique des stations et les taxons d'insectes indicateurs .....	40

**LISTE DES ANNEXES**

**Annexe 1** : Photographies de quelques insectes d'eaux douces



**INTRODUCTION**

Face aux menaces qui pèsent sur les ressources biologiques, la création d'aires protégées est un outil fondamental pour parvenir à la conservation et à la gestion durable de l'environnement en général et de la biodiversité en particulier (OIPR, 2015). En Côte d'Ivoire, les efforts consentis dans ce sens ont abouti à la mise en place d'un réseau d'aires protégées. Actuellement, ce pays d'Afrique de l'Ouest compte huit (8) parcs nationaux et six (6) réserves naturelles. Ce patrimoine national couvre environ 2,1 millions d'hectares (OIPR, 2015). Située dans le Centre-nord de la Côte d'Ivoire, la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama fait partie de ce vaste réseau d'aires protégées. Ce patrimoine national couvre une superficie de 123 000 hectares et s'étend de part et d'autre du fleuve Bandama. Ce fleuve traverse la Réserve du Haut-Bandama du Nord au Sud sur 160 km, soit 15 % de sa longueur totale en formant de nombreux méandres surtout dans le Centre de la Réserve (OIPR, 2015). En plus d'assurer de nombreux services écologiques dans cette région du pays, le fleuve Bandama dans la section de la Réserve du Haut-Bandama joue un rôle important dans la conservation et la préservation de la biodiversité dulçaquicole (Kressou *et al.*, 2019a).

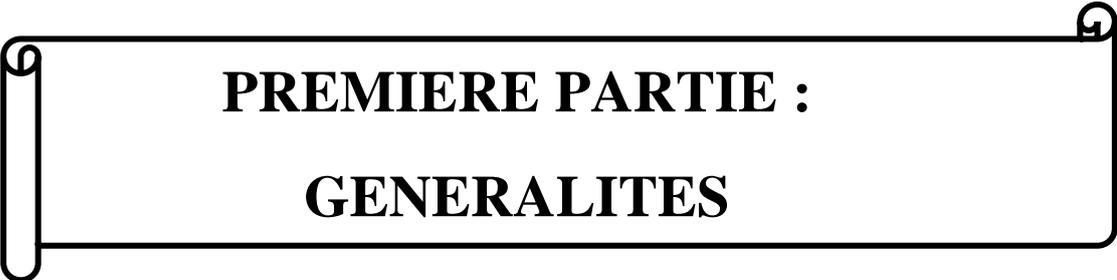
Cependant, en dépit de son importance, le fleuve Bandama représente une ressource vulnérable en raison des fortes et croissantes pressions anthropiques qui s'y exercent (Carreti & Loyer, 2012 ; Sanogo & Kabre, 2014 ; OIPR, 2015). En effet, la croissance démographique galopante et les exigences du développement économique axées autour du fleuve Bandama dans le Centre-nord du pays ont engendré des activités qui constituent des menaces pour cette réserve (Sanogo & Kabre., 2014 ; Sanogo *et al.*, 2014 ; Kressou *et al.*, 2019a). Il s'agit entre autres d'effluents provenant d'industries localisées en amont de la réserve et d'activité d'orpillage traditionnel. Mais également des apports en pesticides et engrais chimiques utilisés en agriculture et pour la pêche artisanale (Carreti & Loyer, 2012 ; OIPR, 2015). Ces différents apports en produits chimiques dans le fleuve Bandama dans la section de la réserve du Haut-Bandama sont susceptibles de dégrader leur qualité écologique (Kressou *et al.*, 2019b). Face à cette situation, la conservation et la préservation de la qualité écologique des eaux du fleuve au niveau de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama est un enjeu majeur pour la gestion durable de la biodiversité savannicole dans cette partie du pays, mais également pour la santé humaine (AGROPOLIS, 2007).

Le suivi de l'état d'intégrité écologique du fleuve Bandama dans cette section de la Réserve doit se faire à travers l'utilisation d'indicateurs biologiques fiables et adéquats tels que les Insectes (Diomandé *et al.*, 2009). Ces organismes aquatiques sont de bons bioindicateurs de la qualité écologique des milieux aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation des milieux

humides (Adandedjan, 2012). En effet, ils intègrent les impacts cumulatifs et synergiques des perturbations physiques, biologiques et chimiques des écosystèmes aquatiques (Moisan & Pelletier, 2014). Aussi, la faune entomologique est une source de nourriture primaire pour de nombreux organismes aquatiques dont les poissons (Goaziou, 2004). Par ailleurs, à l'exception des travaux de Kressou *et al.* (2019b) qui ont porté sur l'évaluation de la qualité écologique des milieux aquatiques de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandana à travers l'Indice Biosédimentaire (IBS) basé sur l'ensemble des macroinvertébrés, aucune étude prenant en compte l'entomofaune aquatique de cette réserve dans l'évaluation de la qualité écologique des eaux du fleuve Bandama dans la section de la Réserve de Faune et Flore du Haut-Bandama n'a été effectuée.

Ainsi, la présente étude a pour objectif général d'évaluer les impacts des activités anthropiques sur la qualité écologique du fleuve Bandama dans la section de la Réserve du Haut-Bandama à partir de son entomofaune aquatique. De façon spécifique, il s'agit de (i) décrire l'environnement abiotique et caractériser la physico-chimie des eaux du fleuve Bandama dans la section de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama, (ii) déterminer la composition, la structure et la diversité des insectes aquatiques aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la section de la Réserve du Haut-Bandama, (iii) et enfin, évaluer la qualité écologique des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la section de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama à partir de l'indice de tolérance à la pollution.

Le présent mémoire s'articule autour de trois grandes parties. La première partie porte sur les généralités, qui présenteront le site d'étude, l'entomofaune et les activités anthropiques. Le matériel et les méthodes utilisés pour l'étude seront mis en évidence dans la deuxième partie. La troisième partie présentera les résultats qui seront par la suite discutés. Le mémoire s'achève par une conclusion et des perspectives de recherche.



**PREMIERE PARTIE :**

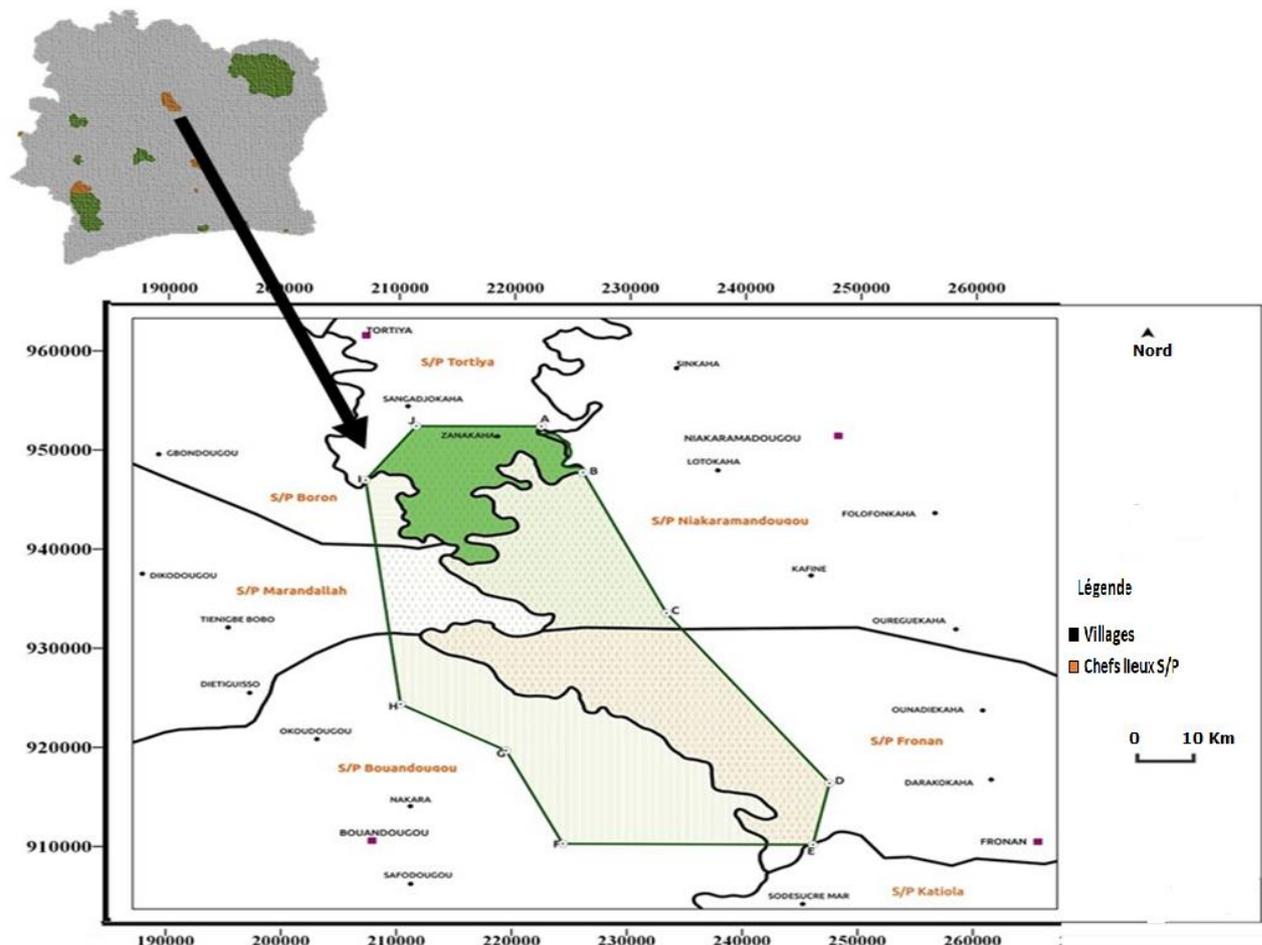
**GENERALITES**

## 1-1 MILIEU D'ETUDE

### 1-1-1 Présentation de la réserve du Haut-Bandama

Créée par décret N°73-133 du 21/03/73, la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama se trouve dans le Centre-nord de la Côte d'Ivoire. Elle est située entre les 8°10'25,3'' et 8°38'25,01'' de latitude Nord et les 5°12'14,1'' et 5°37' 55,3'' de longitude Ouest (Figure 1). Cette aire protégée s'étend de part et d'autre du fleuve Bandama sur une superficie de 123 000 hectares. Elle est issue des forêts classées du Haut-Bandama et du Bandama blanc, ainsi que des savanes et forêts claires préalablement non classées (Anonyme 1, 2010).

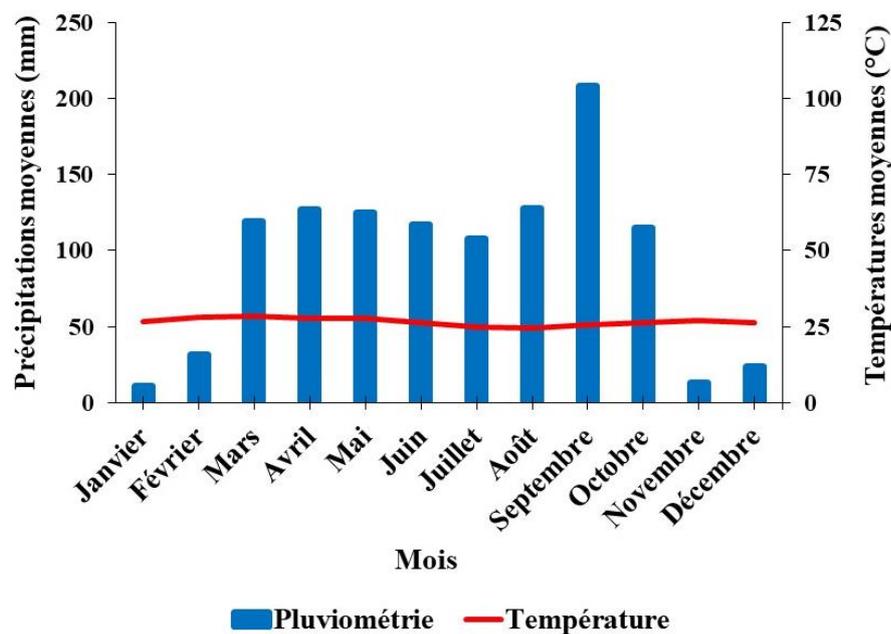
La responsabilité administrative de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama revient à sept sous-préfectures situées dans deux régions administratives. Ce sont dans la région du Hambol, les sous-préfectures de Katiola et de Fronan au Sud, à l'Est la sous-préfecture de Niakaramandougou, au Nord celles de Tortiya et de Boron. Dans la région du Béré, à l'Ouest, les sous-préfectures de Marandallah et de Bouandougou (OIPR, 2015).



**Figure 1:** Situation géographique de la Réserve de Flore et de Faune du Haut-Bandama

### 1-1-2 Climat

La Réserve de Faune et de Flore du Haut Bandama est soumise à un climat tropical sub-humide, parfois qualifiée de sub-soudanien de transition. La pluviométrie moyenne annuelle dans cette zone est d'environ 1200 millimètres (Fabio *et al.*, 2002). La saison sèche s'étend de novembre à février accentuée par l'harmattan entre janvier et février. La saison pluvieuse couvre la période de mars à octobre avec les plus grandes précipitations en septembre (Figure 2) (Fabio *et al.*, 2002). Les autres caractéristiques du climat sont des températures de faible amplitudes allant de 25 à 30°C et un taux d'humidité de 80 à 90 % (Anonyme 2, 1999).



**Figure 2:** Diagramme ombrothermique de la région du Hambol réalisé à partir des moyennes des données climatiques de la SODEXAM de 2007 à 2018.

### 1-1-3 Hydrographie

Le fleuve Bandama prend sa source dans le Nord de la Côte d'Ivoire à 480 mètres d'altitude entre les villes de Korhogo et de Boundiali, pour se jeter au Sud dans l'océan atlantique à Grand-Lahou (Aboua, 2015). Le fleuve Bandama résulte de la confluence, en aval du lac de Kossou, d'une branche orientale constituée par le Bandama blanc et d'une branche occidentale, la Marahoué, également appelée Bandama rouge (Lévêque *et al.*, 1983 ; Traoré, 1996). En raison de son orientation Nord-sud, le fleuve Bandama recouvre différentes zones climatiques et biogéographiques. La Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama est traversée du Nord au Sud par le fleuve Bandama qui forme de nombreux méandres surtout

dans le Centre de la réserve. Dans sa section de la réserve, plusieurs affluents, comme le Bou et la Naramou en rive droite et le Nambyon en rive gauche, se joignent à lui (Bouché, 1996). On n'y trouve également quelques mares temporaires et permanentes.

#### **1-1-4 Sol**

La Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama est pour sa grande part composée de sols ferrallitiques moyennement désaturés, de bas-fonds et de plaines alluviales. Les plaines alluviales sont composés de sols hydromorphes ou de sols peu évolués qui témoignent d'une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau soit à la suite d'un engorgement temporaire, soit de la remontée d'une nappe phréatique (Avenard, 1971).

#### **1-1-5 Végétation**

La Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama se distingue en plus des savanes et des forêts claires, caractéristiques de l'ensemble du domaine soudanais, par la présence d'îlots parfois importants, de forêts denses sèches surtout dans la partie Sud de la réserve (Poilecot, 1996). La composition floristique des forêts claires de la réserve est constituée d'espèces de la strate ligneuse telles que *Isobertinia doka* (Caesalpinaceae); *Uapaca togoensis* (Euphorbiaceae); *Daniellia oliveri* (Caesalpinaceae) et d'espèces de la strate herbacée comme *Hyparrhenia Andropogon* (Poaceae); *Beckeropsis uniseta* (Poaceae); *Aframomum latifolium* (Zingiberaceae). La composition floristique des savanes de la réserve comporte plusieurs espèces herbacées héliophiles dont la localisation est en rapport avec la latitude. Il s'agit principalement de : *Cymbopogo Andropogon ivorensis* (Poaceae); *Aristida longiflora* (Poaceae) *Cyperus margaritaceus* (Cyperaceae). Les espèces de forêts denses sèches de la réserve se trouvent en position de plateau bordant les vallées, donc directement liées aux cours d'eau.

## **1-2 ACTIVITES ANTHROPIQUES ENVIRONNANTES**

La Réserve de Faune et de Flore du Haut Bandama couvre plusieurs formes d'activités anthropiques susceptibles de dégrader la qualité écologique des eaux du fleuve Bandama dans la section de la réserve. Il s'agit d'abord de l'orpaillage clandestin. Cette activité est la plus en vue dans la réserve du Haut-Bandama. Elle est le fait de clandestins installés dans des campements autour de la réserve (OIPR, 2016). L'orpaillage conduit à la formation de plusieurs galeries et puits sur de grandes surfaces de la réserve, en particulier sur la rive Ouest

du fleuve Bandama. L'orpaillage a également favorisé l'émergence de sols nus dus à la destruction du couvert végétal. Par ailleurs, les boues provenant des puits d'extraction et les effluents miniers issus de l'extraction de l'or sont rejetés dans le lit principal du fleuve Bandama (OIPR, 2016).

L'élevage transhumant de bovins est la deuxième menace sérieuse enregistrée dans la réserve après l'orpaillage. Ce système d'élevage consiste au déplacement alternatif de bovins dans la réserve à la recherche de pâturages et de points d'eau (fleuve Bandama), pour l'abreuvement du bétail (Coulibaly, 1980). Les pressions exercées par cette activité sur le fleuve Bandama sont la dégradation des berges et la pollution du fleuve par les déchets de bétails. Cela favorise une élévation de la conductivité des eaux due à l'entrée de la matière organique pendant la saison pluvieuse (Konan *et al.*, 2015).

De plus, le développement de l'agriculture intensive dominé par la culture de l'anacarde sur le bassin versant du fleuve Bandama entraîne un accroissement très important des apports en fertilisants et pesticides dans le fleuve (Dabalem & Paul, 2014). Par ailleurs, la construction de plusieurs petits barrages hydroagricoles et d'industries en amont de la réserve (Traoré, 1996), conduit respectivement à réduire le débit du fleuve Bandama à l'intérieur de la réserve durant la saison sèche (Lévêque *et al.*, 1983), à la modification de la distribution des organismes aquatiques (Yao, 2006) et aux rejets d'effluents industriels dans le fleuve Bandama (Dabalem & Paul, 2014).

Enfin, la pêche clandestine pratiquée sur le fleuve Bandama dans la réserve à l'aide de filets de petites mailles et divers produits toxiques favorise une surexploitation des ressources halieutiques et la dégradation du fleuve (Kressou *et al.*, 2019 a).

### **1.3 INSECTES AQUATIQUES**

#### **1-3-1 Définition**

Les insectes font partie du règne animal et appartiennent à l'embranchement des Arthropodes. Ces derniers sont constitués de trois paires de pattes. Ils représentent près de 95 % des macroinvertébrés présents dans les milieux aquatiques (MDDEF, 2013). Les insectes sont des organismes visibles à l'œil nu (macro) et leur corps comprend une tête, un thorax et un abdomen. La tête porte une paire d'antennes, des yeux (yeux composés et ocelles chez les larves et adultes d'hémimétaboles et chez les adultes d'holométaboles) ou simplement des stemmates chez les larves d'holométaboles ainsi que, trois paires de pièces buccales (Kouamé, 2014). Le thorax est composé de trois segments portant trois paires de pattes

(hexapodes) et deux paires d'ailes (tous les Insectes ne sont pas ailés mais tous les invertébrés ailés sont des Insectes). L'abdomen comprend, en général, onze (11) segments ne portant pas d'appendices articulés sauf chez certaines larves d'hémimétaboles qui possèdent des cerques sur le onzième segment abdominal (Edia, 2008).

### 1-3-2 Composition taxonomique

Les insectes aquatiques couramment rencontrés en milieu tropicale sont composés de neuf (9) principaux ordres à savoir : les Éphéméroptères, les Plécoptères, les Trichoptères, les Diptères, les Coléoptères, les Mégaloptères, les Hémiptères, les Odonates et les Lépidoptères (Gagnon & Pedneau, 2006).

- Les Ephéméroptères possèdent une ou deux paires d'ailes maintenues à la verticale au repos. Les ailes antérieures sont beaucoup plus grandes que les ailes postérieures. Ils disposent également de très petites antennes avec une soie terminale (Tachet *et al.*, 2003). Les pattes antérieures des Ephéméroptères sont plus longues que les autres et leur abdomen est prolongé par deux ou trois cerques. L'appareil buccal des Ephéméroptères est de type broyeur (Zahradnik & Chvala, 1991).

- Les Plécoptères ont un corps allongé avec quatre paires d'ailes disposées à plat sur le dos, ce qui rend leur vol lourd et de courte durée. Ceux-ci disposent de longues antennes et se trouvent le plus souvent dans les zones de montagne. L'appareil buccal des Plécoptères est de type broyeur (Dierl & Ring, 1992).

- Les Trichoptères sont des insectes dont les deux paires d'ailes sont recouvertes de poils et disposées en toit au repos. Leurs ailes antérieures sont étroites et les ailes postérieures plus larges. Ces animaux ont de longues antennes et leur appareil buccal est de type broyeur-lécheur (Mazzella *et al.*, 2009).

- Les Coléoptères sont des insectes terrestres ou aquatiques. Ils possèdent une paire d'ailes cachées par une paire d'ailes durcies (élytres). Selon l'espèce, les antennes sont de formes très variées. Leur appareil buccal est de type broyeur avec un régime alimentaire très varié selon l'espèce (proies, fruits, fleurs, feuilles, excréments) (Elouard, 1981).

- Les Mégaloptères sont des insectes noirâtres, aux ailes enfumées, de 12 à 15 millimètres de longueur qui ne disposent pas d'ocelle. Ils sont pourvus de fortes mandibules et leur corps se termine par un appendice allongé (Mazzella *et al.*, 2009).

- Les Hémiptères sont caractérisés par une paire d'ailes volantes cachées par une paire d'ailes en partie durcies. Leurs antennes sont assez longues et parfois invisibles chez les espèces aquatiques. L'appareil buccal des Hémiptères est de type piqueur-suceur (Annani, 2013).
- Les Lépidoptères possèdent deux paires d'ailes bien visibles et recouvertes d'écailles colorées avec de longues antennes. Leur appareil buccal est de type suceur. Ils se nourrissent d'aliments liquides (nectar, miellat) à l'aide d'une trompe enroulée (Tachet *et al.*, 2006).
- Les Odonates se distinguent par deux paires d'ailes grandes et allongées, un abdomen particulièrement long et de très courtes antennes. L'appareil buccal de cet ordre insecte est de type broyeur et leur grande mandibule en fait de redoutables prédateurs (Lévêque, 1980).
- Les Diptères ont un appareil buccal de type suceur et se nourrissent d'aliments liquides (nectar, sève, sang). Les diptères sont les groupes les plus tolérants. Ils peuvent vivre dans une eau peu oxygénée avec une bonne quantité de polluants à une température plus élevée (Tachet *et al.*, 2010).

#### **1-4 INSECTES AQUATIQUES ET BIOINDICATION**

Les insectes aquatiques sont couramment utilisés comme bioindicateurs, pour évaluer la qualité écologique des milieux aquatiques. Un bioindicateur est une espèce ou un groupe d'espèces (animales ou végétales) dont la présence ou l'absence, l'abondance, la biomasse ou autres caractéristiques biologiques renseigne sur l'état écologique du milieu ou sur l'incidence de certaines pratiques humaines (Woodcock & Huryn, 2007). Les insectes aquatiques sont utilisés comme de bon bioindicateurs car, ils réagissent rapidement et différemment à la dégradation de leurs milieux de vie (Kouamé, 2014). Par ailleurs, ils sont diversifiés, abondants et ont une durée de vie relativement longue (Kouamé, 2014). Enfin, ils constituent un maillon essentiel de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques (Tachet *et al.*, 2000)

Les insectes aquatiques sont au cœur de l'élaboration de plusieurs indices de qualité de l'eau. L'un des indices le plus fréquemment utilisé pour l'évaluation de la qualité des eaux de surface est l'indice Chironomidae (Mary, 2002 ; Rosa *et al.*, 2014 ; Koumba *et al.*, 2017). Cependant, des études plus récentes font l'usage de l'indice de tolérance à la pollution qui est un indice plus inclusif qui associe les Chironomidae réputés pollutolérants à des taxons plus pollusensibles tels que les Éphéméroptères, les Plécoptères, les Trichoptères et les Coléoptères (Koumba *et al.*, 2017).



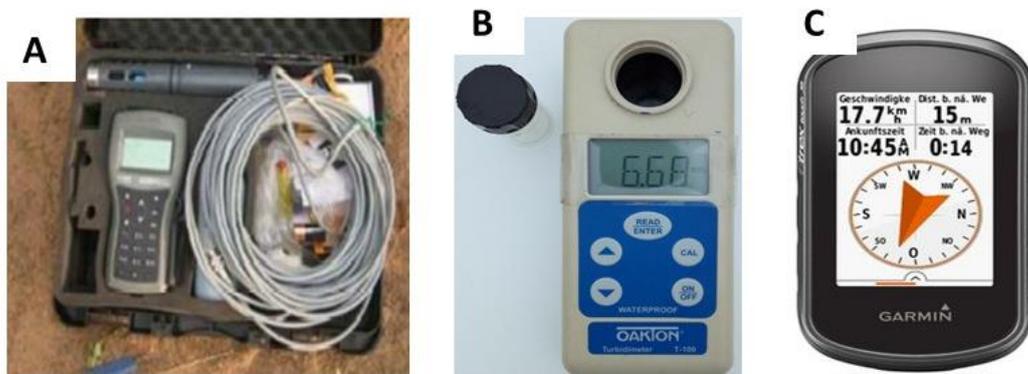
**DEUXIEME PARTIE :**  
**MATERIEL ET METHODES**

## 2-1 MATERIEL

### 2-1-1 Appareils de mesure des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques

Pour la détermination des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans sa section de la réserve, le matériel ci-dessous a été utilisé :

- un multiparamètre de type *HANNA Hi 9828* a été utilisé, pour la mesure de la température, du pH, de la conductivité, de la turbidité et de l'oxygène dissous (Figure 3A) ;
- un turbidimètre portatif à affichage digital de model *OAKTON turbidimeter T-100* a été utilisé pour la mesure de la turbidité (Figure 3B) ;
- des fiches de collectes de données de terrain, ont été utilisées pour l'enregistrement des différentes observations faites sur le terrain ;
- un Global Positioning System (GPS) de model *GARMIN Oregon 70*, a servi à la détermination des coordonnées géographiques des différentes stations d'échantillonnage (Figure 3C) ;
- un décimètre de model *KAIDA Professional* de 5 m de long a servi à la mesure de la profondeur de l'eau à chaque station d'échantillonnage.



**Figure 3:** Matériel de détermination des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques.

A = Multiparamètre ; B = Turbidimètre ; C = Global Positioning Systems (GPS)

### 2-1-2 Matériel de collecte et de conservation de l'entomofaune aquatique

Le matériel de collecte de l'entomofaune aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans sa section de la réserve est constitué de :

- un filet troubleau de 250  $\mu$ m de vide de maille et de 50 cm de profondeur, pour le prélèvement des Insectes vivants en surface (Figure 4A) ;

- une benne Van Veen en acier inoxydable, pour le prélèvement du benthos (Figure 4B) ;
- de bocaux en plastiques contenant de l'alcool éthylique 70 % (éthanol 70 %), pour la conservation des échantillons collectés (Figure 4C) ;
- un tamis de maille 500  $\mu\text{m}$ , pour le pré-tri et le rinçage des échantillons.



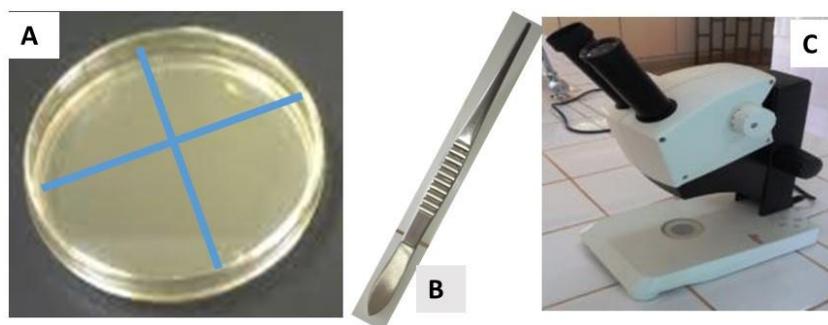
**Figure 4 :** Matériel de collecte et de conservation de l'entomofaune aquatique

A = Filet troubleau ; B = Benne Van Veen ; C = bocaux plastiques

### 2-1-3 Matériel de tri, d'observation et d'identification

Le matériel de tri, l'observation et l'identification de l'entomofaune collecté aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans sa section de la réserve est composé de :

- une boîte de pétri en verre à fond quadrillé (Figure 5A) et d'une pince entomologique, pour le tri des échantillons (Figure 5B);
- une loupe binoculaire de type *Olyrnpus SZ* au grossissement 40, pour observer et dénombrer les différents spécimens (Figure 5C).
- un appareil photométrique de marque Sony, pour les prises de vues des différents spécimens.



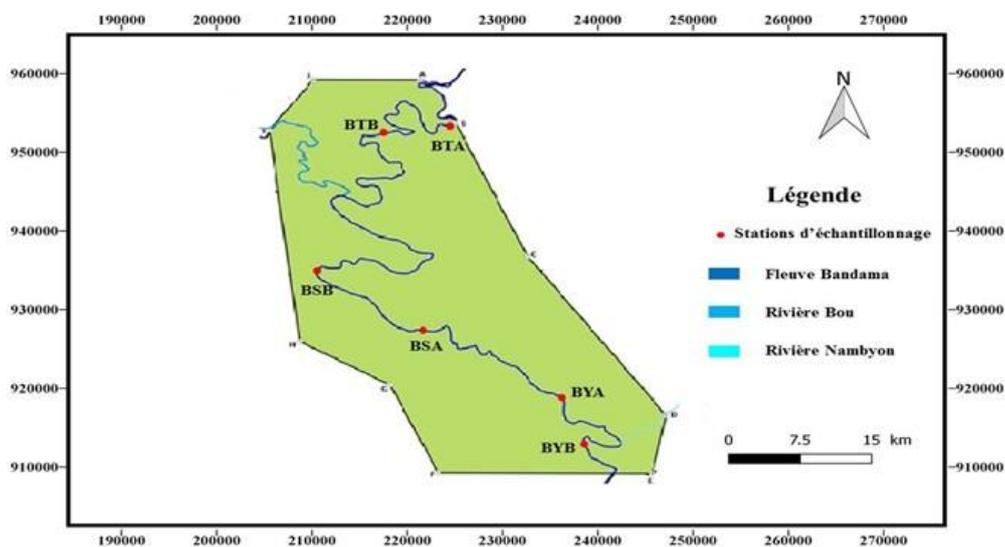
**Figure 5 :** Matériel de tri, d'observation et d'identification de l'entomofaune aquatique

A = Boite de pétri ; B = Pince entomologique ; C = Loupe binoculaire

## 2-2- METHODES

### 2-2-1 Choix des stations d'échantillonnage

Cette étude s'est réalisée pendant un cycle annuel (entre janvier 2018 et février 2019) et à un rythme saisonnier de quatre (4) campagnes d'échantillonnage par saison, suivant les deux saisons climatiques qui prévalent dans la zone d'étude. L'étude a débuté par une prospection de trois mois (entre septembre et novembre 2017) effectuée sur l'ensemble du réseau hydrographique de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama. A cet effet, le fleuve Bandama, principal cours d'eau qui traverse la réserve sur 160 km du Nord au Sud a été retenu. Au total, six (6) stations d'échantillonnage ont été définies suivant le gradient longitudinal du fleuve Bandama dans de la réserve en allant du cours supérieur (Tortyia) vers le cours inférieur (Fronan). Ainsi, les stations BTA et BTB sont situées dans le cours supérieur, les stations BSA et BSB dans le cours moyen et les stations BYA et BYB dans le cours inférieur. Le choix de ces stations a été fait en fonction de leur accessibilité et de leur proximité aux sources de pollution telles que l'élevage transhumant de bovins, l'agriculture intensive, la pêche clandestine l'orpaillage clandestin.



**Figure 6:** Localisation des stations d'échantillonnage définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama

### 2-2-2 Mesure des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques

#### 2-2-2-1 Mesure des paramètres physico-chimiques

La mesure des paramètres physico-chimiques tels que l'oxygène dissous, le pH, la température et la conductivité ont été effectuées *in situ* entre 06 heures et 09 heures du matin sur chaque station d'échantillonnage à l'aide du multi paramètre dans le but d'éviter les

activités photosynthétiques. Ainsi, les sondes spécifiques de cet appareil préalablement calibrées sont immergées dans l'eau, puis la sélection de la fonction désirée permet d'obtenir la valeur stabilisée du paramètre sur l'écran d'affichage.

La turbidité quant à elle a été mesurée sur un échantillon d'eau de 10 ml recueilli dans une cuvette spécifique du turbidimètre et placé dans la loge du turbidimètre prévu à cet effet.

#### **2-2-2-2 Mesure des paramètres hydromorphologiques**

La profondeur à chacune des stations d'échantillonnage à une date donnée est obtenue par la moyenne d'une série de trois (3) mesures de profondeurs élémentaires effectuées à l'aide du décimètre déployé.

La vitesse du courant de l'eau à chaque station d'échantillonnage a été estimée comme étant le temps moyen mis par un flotteur pour parcourir une distance de 5 mètres, trois fois de suite (Soldner *et al.*, 2004).

La coloration (claire, légèrement trouble et trouble) de l'eau est estimée visuellement par le même observateur selon les conditions météorologiques.

La mesure de la pente exprimée en pourcentage est dérivée des courbes hypsométriques (Camus, 1972).

Pour toutes ces opérations, l'observateur est installé au dos du soleil, de manière à ce que l'ombre de celui qui mesure bloque les reflets aveuglants du soleil sur l'eau.

#### **2-2-3- Collecte de l'entomofaune aquatique**

L'échantillonnage des insectes aquatiques aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la réserve a été fait à partir de la collecte de l'ensemble des macroinvertébrés des berges et du sédiment. A cet effet, le filet troubleau est drainé sur une distance de 2 mètres durant 2 minutes. Ce qui correspond à une surface d'échantillonnage de 1 m<sup>2</sup> (2 x 0,5m) (Mary, 2000). Pour les organismes vivant dans le sédiment, la benne Van Veen préalablement armée est descendue à un rythme lent et régulier jusqu'au fond de l'eau. Une fois les mâchoires de la benne en contact avec le fond, elles se referment, emprisonnant ainsi le sédiment. Trois (3) coups de benne ont été réalisés et ceux-ci représentent une surface d'échantillonnage de 0,15 m<sup>2</sup> (3 x 0,05 m<sup>2</sup>).

*In situ*, les échantillons ont été pré-triés et lavés sur le tamis de 500 µm de vide de maille et conservés dans les bocaux étiquetés contenant de l'alcool 70 %, pour être par la suite triés, identifiés et dénombrés en laboratoire.

#### 2-2-4 Tri et identification des organismes

Au laboratoire, tous les échantillons obtenus ont été rincés avec l'eau de robinet sur le tamis de 500 µm de vide de maille. Le tri des insectes a été fait dans la boîte de pétri en verre à fond quadrillé à l'aide de la pince entomologique sous la loupe binoculaire au grossissement 40 x. Par la suite, les différents spécimens d'insectes obtenus ont été dénombrés et identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible en utilisant des clés d'identification appropriées de Déjoux *et al.* (1981) ; Day *et al.* (2001) ; Day *et al.* (2003) ; Tachet *et al.* (2003) ; et Stals & De Moor (2007).

#### 2-2-5 Caractérisation de la diversité des peuplements de l'entomofaune

##### 2-2-5-1 Richesse taxonomique

La richesse taxonomique est le nombre total de taxons recensés dans une station donnée à un moment donné (Aliaume *et al.*, 1990). Cette richesse est fonction de la complexité de la station. Cet indice synthétique constitue un bon indicateur de la capacité d'accueil d'une station (Koumba *et al.*, 2017).

##### 2-2-5-2 Pourcentage d'occurrence (F)

Le pourcentage d'occurrence renseigne sur la préférence d'un taxon donnée pour une station donnée. Il consiste à compter le nombre de fois que le taxon (i) apparaît dans les prélèvements (Dajoz, 2000). Il se calcul comme suit :

$$F = \frac{F_i \times 100}{F_t}$$

Où  $F_i$  = nombre de relevés contenant d'un taxon i et  $F_t$  = nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de F, trois (3) groupes de taxon ont été distingués :

- taxons constants : ( $F > 50\%$ ) ;
- taxons accessoires ( $25\% \leq F \leq 50\%$ ) ;
- taxons accidentelles ( $F \leq 25\%$ ).

##### 2-2-5-3 Abondance relative des taxons

L'abondance relative représente le quotient du nombre d'individus du taxon (i) présent par rapport au nombre total d'individus (Ramade, 2003). L'abondance relative traduit l'importance numérique d'un taxon dans une communauté. Cette abondance est aussi bien variable dans l'espace que dans le temps et son expression est la suivante :

$$P_i = n_i / N \times 100$$

Avec :  $P_i$  = abondance du taxon (i) ;  $n_i$  = nombre d'individus du taxon (i) et  $N$  = nombre total d'individu.

Ainsi, l'abondance relative a permis de déterminer l'importance des principales familles et principaux taxons d'insectes collectés sur le lit principal du fleuve Bandama dans sa section de la réserve représentant au moins 4 % de l'effectif total des insectes récoltés à chaque station de prélèvement (Wasson *et al.*, 2002 ; Edia, 2008).

#### 2-2-5-4 Indices de diversité des peuplements

##### 2-2-5-4-1 Indice de diversité de Shannon ( $H'$ )

L'indice de diversité de Shannon (Shannon & Weaver, 1963) est utilisé pour mettre en évidence la diversité globale des communautés. La diversité est grande lorsque l'indice de Shannon Weaver ( $H'$ ) est élevé (Washington, 1984).  $H'$  est exprimé en bits par individu et s'obtient à partir de la relation suivante :

$$H' = -\sum (n_i / N) \times \log_2 (n_i / N)$$

Où :  $N$  = somme des effectifs des espèces ;  $n_i$  = Effectif de la population de l'espèce i.

Elle varie de 0,5 à 4,5 bits.

##### 2-2-5-4-2 Indice d'équitabilité ( $E$ )

L'indice d'équitabilité ( $E$ ) de Piéou (1969), aussi appelé indice de régularité (Frontier, 1983), permet d'étudier la régularité de la distribution des taxons d'insectes et de comparer les diversités de deux communautés ayant des nombres de taxons différents (Dajoz, 2000).

Son équation s'énonce comme suit :

$$E = H' / H'_{\max} = H' / \log 2$$

#### 2-2-6 Indice de tolérance à la pollution (ET/C)

Dans cette étude, l'indice de tolérance à la pollution (ET/C) a été utilisé pour évaluer la qualité écologique des eaux dans les milieux aquatiques de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama. Cet indice présente l'avantage d'être plus inclusif car associant ici les Chironomidae (taxons pollutotolérants) aux Éphéméroptères, et Trichoptères (taxons plus polluosensibles) (Koumba *et al.*, 2017).

L'indice de tolérance à la pollution des eaux est le quotient de l'abondance des Éphéméroptères et Trichoptères (ET) sur celle des Chironomidae (C) (Koumba *et al.*, 2017).

$$\text{Indice ET/C} = \frac{\text{Abondance Éphéméroptère – Trichoptère}}{\text{Abondance en Chironomidae}}$$

- L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1.
- Lorsque ce rapport est proche de 0, cela signifie qu'une espèce domine largement dans la communauté. Cependant, lorsqu'il est équivalent à 1, tous les taxons tendent à avoir la même abondance dans un milieu naturel non perturbé et les eaux sont de bonne qualité (Cayrou *et al.*, 2000).

## 2-2-7 Traitements statistiques des données

### 2-2-7-1 Analyses univariées

Le test de la normalité de Shapiro-Wilk a permis d'évaluer la normalité des différents paramètres physico-chimiques mesurés (Shapiro *et al.*, 1968). Les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis (comparaisons multiples) et de Mann-Whitney (comparaison de deux échantillons) ont été effectués pour les différentes comparaisons lorsque les paramètres suivaient une loi normale. En effet, la valeur de la « signification asymptotique » indique une absence de différences significatives entre les variables, quand ces valeurs sont supérieures à 0,05, et inversement lorsque celle-ci est inférieure à 0,05. Le test de Khi-deux ( $\alpha = 0,05$ ) a été utilisé pour tester l'indépendance des distributions. Les données recueillies ont été traitées à l'aide des logiciels statistiques, Statistica version 7.1 et CANOCO 4.5 sous Excel Microsoft Office 2010.

### 2-2-7-2 Analyses multivariées

#### - *Analyse en Composante Principale (ACP)*

L'Analyse en Composante Principale (ACP) a été utilisée pour regrouper les stations d'échantillonnage en fonction de leur similarité physico-chimiques et hydromorphologiques. C'est une technique qui permet de récapituler en deux ou quelques variables synthétiques, les «composantes principales», la majorité de l'information contenue dans les variables initiales (Dufrêne, 1992). C'est une méthode statistique factorielle descriptive dont l'objectif est de présenter sous forme graphique le maximum de l'information contenue dans un tableau de données de taille importante (Philippeau, 1992). Les données à traiter par l'ACP sont stockées dans un tableau rectangulaire ou matrice. Les lignes de cette matrice représentent les individus « n » sur lesquels sont mesurés des variables quantitatives « p » disposées en

colonnes. Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel Statistica version 7.1 sous Excel Microsoft Office 2010.

- ***Analyse de Classification Hiérarchique Ascendante (ACH)***

Une Analyse de Classification Hiérarchique Ascendante (ACH) a été effectuée pour rassembler les stations d'échantillonnage à partir des paramètres biotiques et abiotiques. Pour cette classification, a été utilisée et comme critère d'agrégation la méthode de Ward. Cette méthode basée sur la distance du Chi-deux et comme critère d'agrégation la méthode de Ward permettant de regrouper deux classes d'une partition pour obtenir une partition plus agrégée, notamment à regrouper les classes de façon que l'augmentation de l'inertie interclasse soit maximum (Philippeau, 1992). Le résultat est un dendrogramme (arbre de la classification hiérarchique). Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel Statistica version 7.1 sous Excel Microsoft Office 2010.

- ***Analyse de ReDondance (RDA)***

L'Analyse de ReDondance (RDA) a permis d'étudier la relation entre les paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques et les variations des abondances des principaux taxons dans les stations. A cet effet, deux matrices de données insectes/stations et paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques/stations ont été constituées. Cette analyse met en évidence les préférences environnementales des communautés (Ter Braak & Smilauer, 2002). Le test de Monte Carlo a été effectué pour sélectionner les variables environnementales qui expliquent le mieux la répartition des taxons d'insectes (Manly, 1994). Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel CANOCO 4.5 (CANONical Community Ordination, version 4.5).

- ***Méthode des valeurs indicatrices « Indval »***

La méthode des valeurs indicatrices « *Indval* : Indicator value » a été utilisée dans cette étude pour déterminer les taxons caractéristiques des différents types de stations des groupes obtenus par l'ACP en fonction de leurs caractéristiques abiotiques associés à leur valeurs indicatrices (Dufrêne & Legendre, 1997). Un taxon est considéré comme indicateur d'une station lorsqu'il apparaît au moins à 50 % dans un groupe donné de stations et que son abondance relative dans ce groupe atteint 50 % et que le test de permutation appliqué à ses différentes valeurs indicatrices est significatif pour cette station (Kouamé, 2014). L'outil utilisé pour exécuter les calculs de cette analyse est le package *Vegan* du logiciel R.



**TROISIEME PARTIE :  
RESULTATS ET DISCUSSION**

### 3-1 ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE ET HYDROMORPHOLOGIQUES DES EAUX

#### 3-1-1 Environnement abiotique des stations

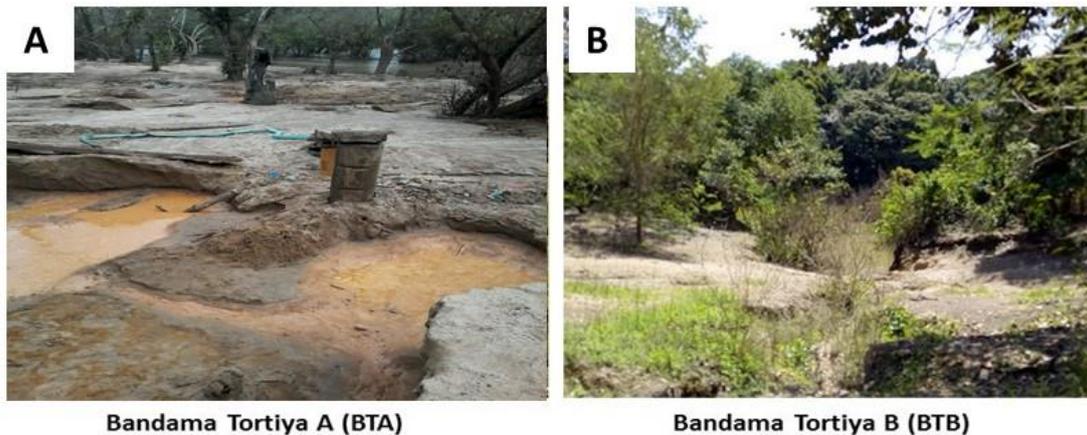
##### 3-1-1-1 Stations situées en amont de la Réserve du fleuve Bandama

###### 3-1-1-1-1 Station Bandama Tortiya A (BTA)

La station Bandama Tortiya A (BTA), est située à 08°16'14.0'' N, 005°21'10.1'' W et 889 mètres d'altitude (Figure 7A). Elle est bordée par une végétation ripicole et est située à proximité d'un ancien site d'orpaillage. L'eau y est claire, avec un fond visible et le substrat est composé de vase, de sable, de roches et de débris végétaux.

###### 3-1-1-1-2 Station Bandama Tortiya B (BTB)

La station Bandama Tortiya B (BTB), est située à 08°36'12.4'' N, 005°34'21.7'' W et 894 mètres d'altitude (Figure 7B). Une végétation ripicole borde la rive droite. Sur la rive gauche on observe un sol nu dû à la destruction du couvert végétal. L'eau à la station BTB est claire, avec un fond visible. Le substrat est composé de vase, de sable, de roches et de débris végétaux. La pente à cette station est de 65 %.



**Figure 7:** Vue partielle des stations Bandama Tortiya A (BTA) et Bandama Tortiya B (BTB) définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama  
Source : clichée de OBO N. Janvier 2018.

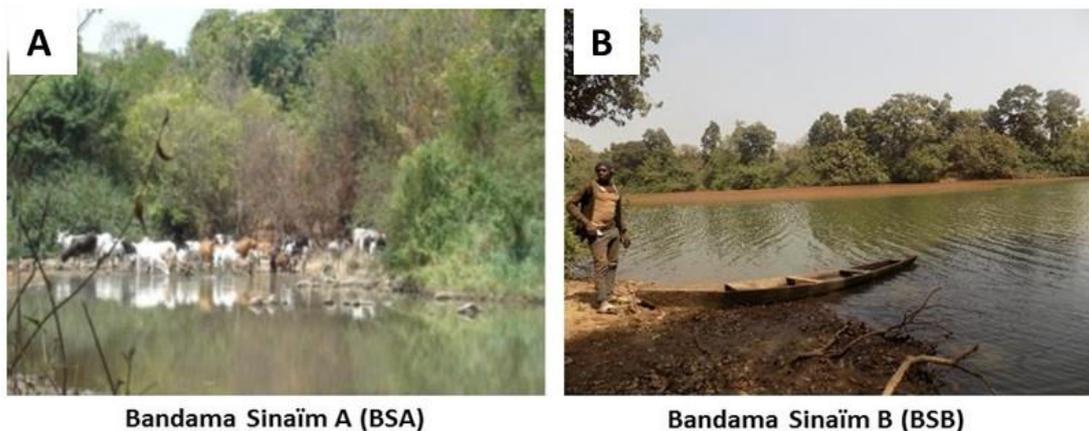
### 3-1-1-2 Stations situées dans le cours médian de la Réserve du fleuve Bandama

#### 3-1-1-2-1 Station Bandama Sinaïm A (BSA)

La station Bandama Sinaïm A (BSA), est située à  $08^{\circ}27'30.9''$  N,  $005^{\circ}36'23.2''$  W et 927 mètres d'altitude (Figure 8A). La pente à cette station est de 30 %. Aux rives droite et gauche on observe la présence de végétation ripicole. La station BSA sert de lieu d'abreuvement du bétail. L'eau à cette station a un aspect clair. Le fond est visible et le substrat est constitué de graviers, de roches et de débris végétaux.

#### 3-1-1-2-2 Station Bandama Sinaïm B (BSB)

La station Bandama Sinaïm B (BSB), se situe à  $08^{\circ}26'36.2''$  N,  $005^{\circ}37'57.7''$  W et 899 mètres d'altitude (Figure 8B). Cette station a une pente de 25 %. Une végétation ripicole se remarque aux rives droite et gauche. BSB est un ancien site de pêche. L'eau à cette station est claire avec un fond visible. Le substrat est composé de vase, de sable et de débris végétaux. On y observe également la présence d'algue brune en pleine eau.



**Figure 8:** Vue partielle des stations Bandama Sinaïm A (BSA) et Bandama Sinaïm B (BSB) définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama  
Source : clichée de OBO N. Janvier 2018.

### 3-1-1-3 Stations situées en aval de la Réserve du fleuve Bandama

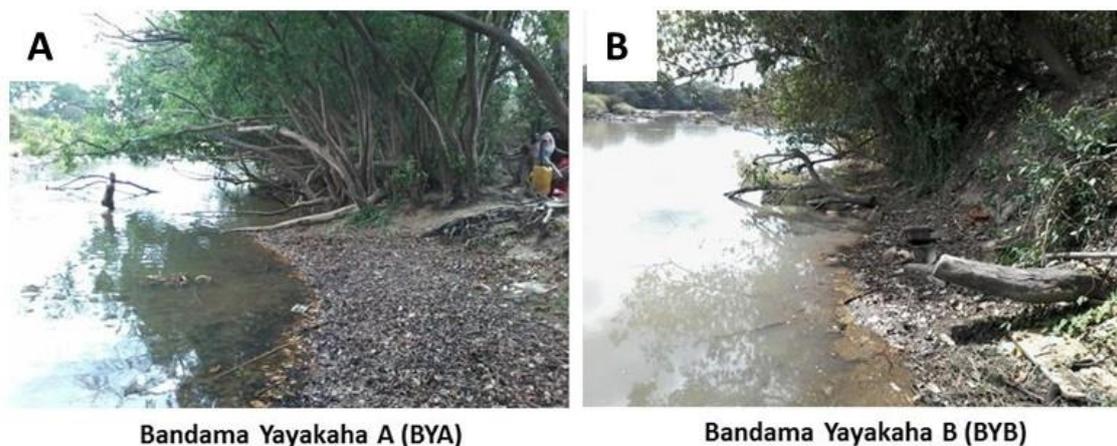
#### 3-1-1-3-1 Station Bandama Yayakaha A (BYA)

La station Bandama Yayakaha A (BYA), est située à  $08^{\circ}16'14.0''$  N,  $005^{\circ}21'10.1''$  W et 864 mètres d'altitude (Figure 9A). BYA servait de zone d'approvisionnement en eau pour la population villageoise de « Yayakaha » village de clandestins autrefois située à l'intérieur de la Réserve. L'eau à cette station est trouble. Une végétation ripicole borde les rives gauche

et droite de cette station. Le substrat est constitué de vase, de sable et de débris végétaux. La pente à cette station est de 35 %.

### 3-1-1-3-2 Station Bandama Yayakaha B (BYB)

La station Bandama Yayakaha B (BYB), est située à  $08^{\circ}16'54.3''$  N,  $005^{\circ}22'10,0''$  W et 857 mètres d'altitude (Figure 9B). L'eau à BYB est trouble avec un courant faible. Une végétation ripicole borde les rives gauche et droite de cette station. Le substrat est constitué de vase, de sable et de débris végétaux. Un amas de roches se remarque en pleine eau. Un important dépôt d'ordures ménagères se remarque sur la rive droite de cette station. La pente à la station Bandama Yayakaha B est de 35 %.



**Figure 9:** Vue partielle des stations Bandama Yayakaha A (BYA) et Bandama Yayakaha B (BYB) définies sur le lit principal du fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama Source : clichée de OBO N. Janvier 2018.

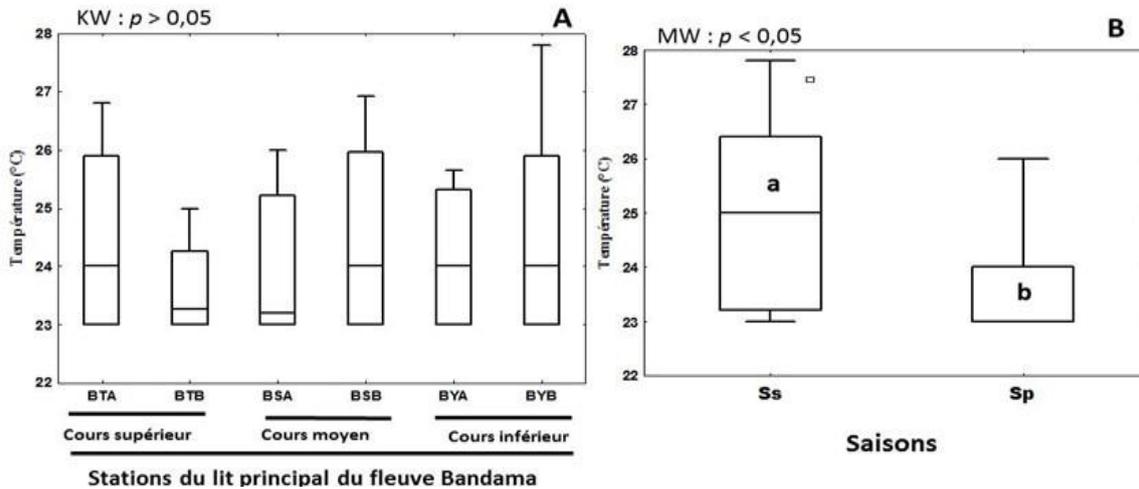
## 3-1-2 Caractéristiques physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux du fleuve Bandama

### 3-1-2-1 Variations spatiales et saisonnières des paramètres

#### 3-1-2-1-1 Température

Les variations spatiales et saisonnières de la température des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve du Haut-Bandama sont illustrées par la figure 10. La plus faible valeur de la température ( $23^{\circ}\text{C}$ ) a été enregistrée à toutes les stations (BTA, BTB, BSA, BSB, BYA et BYB). Cependant, la valeur la plus élevée ( $27,8^{\circ}\text{C}$ ) a été observée à la station BYB dans le cours inférieur. Au niveau saisonnier, la valeur la plus élevée de la température a été enregistrée durant la saison sèche ( $27,8^{\circ}\text{C}$ ) alors que la plus faible valeur est notée au cours de la saison pluvieuse ( $23^{\circ}\text{C}$ ). Les valeurs de la

température ne varie pas significativement d'une station à l'autre (test Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Cependant, elles diffèrent significativement entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).

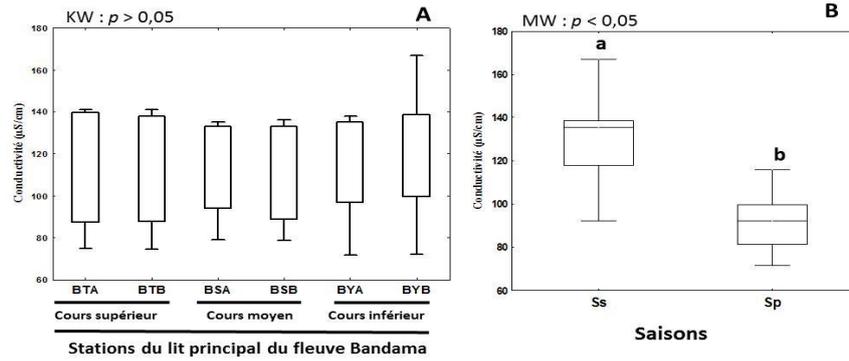


**Figure 10:** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la température des eaux du fleuve Bandama

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; a et b = Indiquent les différences observées au niveau des saisons selon le test de Mann-Whitney (MW),  $P =$  au seuil de significativité de 0,05.

### 3-1-2-1-2 Conductivité

La figure 11 présente les variations spatiales et saisonnières de la conductivité des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve du Haut-Bandama. Dans l'ensemble des stations, la conductivité est comprise entre 71,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à la station BYA et 166,77  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à la station BYB. La valeur la plus élevée de la conductivité (166,77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a été enregistré durant la saison sèche, tandis que la plus faible (71,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) est notée durant la saison pluvieuse. Les valeurs de la conductivité ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Par ailleurs, elles varient significativement d'une saison à l'autre (test de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).

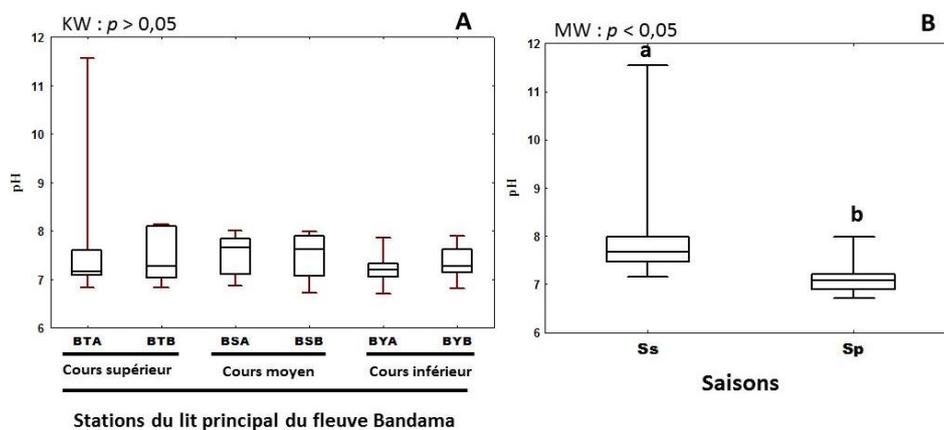


**Figure 11:** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la conductivité des eaux du fleuve Bandama

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; a et b = Indiquent les différences observées au niveau des saisons selon le test de Mann-Whitney (MW), *P* = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-1-2-1-3 pH

Les variations spatiales et saisonnières du pH des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve du Haut-Bandama sont présentées par la figure 12. Dans l'ensemble des stations étudiées, le pH varie entre 6,70 dans le cours moyen à la station BYA et 11,55 dans le cours supérieur à la station BTA. La plus forte valeur du pH (11,55) a été enregistrée durant la saison sèche. Alors que, la plus faible (6,70) est observée durant la saison pluvieuse. Les valeurs du pH ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Cependant, elles diffèrent significativement entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).

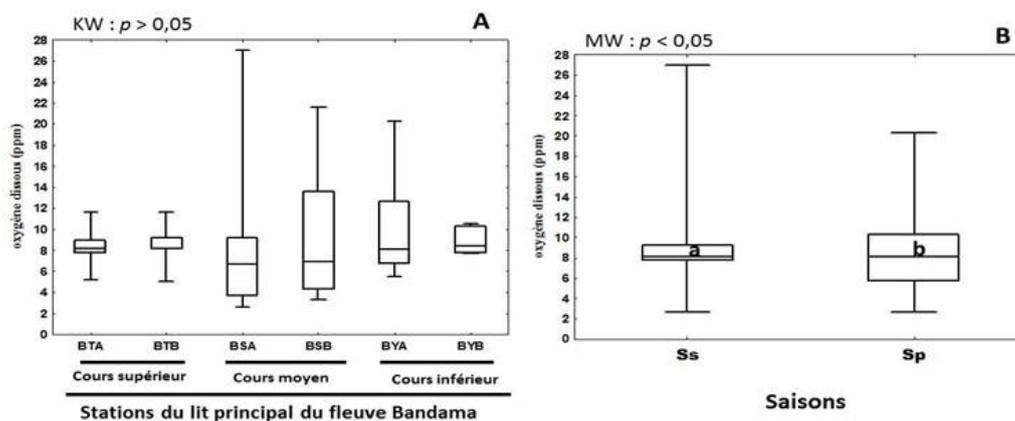


**Figure 12:** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) du pH des eaux du fleuve Bandama

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; a et b = Indiquent les différences observées au niveau des saisons selon le test de Mann-Whitney (MW), *P* = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-1-2-1-4 Oxygène dissous

Les variations spatiales et saisonnières de l’oxygène dissous des eaux aux stations d’échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve du Haut-Bandama sont illustrées par la figure 13. Les teneurs minimale (2,6 mg/L) et maximale (26,97 mg/L) de l’oxygène dissous ont été obtenues à la station BSA dans le cours moyen. La valeur la plus élevée (26,97 mg/L) de l’oxygène dissous a été enregistrée durant la saison sèche. Par contre, la plus faible (2,6 mg/L) a été observée durant la saison pluvieuse. Les valeurs de l’oxygène dissous ne présentent pas de variations significatives d’une station à l’autre (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Cependant, elles varient de manière significative d’une saison à l’autre (test de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).

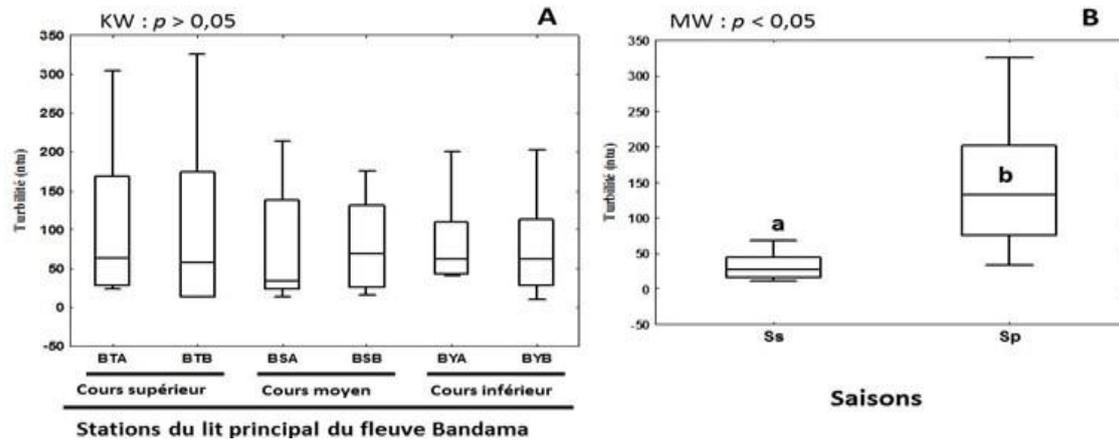


**Figure 13:** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l’oxygène dissous des eaux du fleuve Bandama

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; a et b = Indiquent les différences observées au niveau des saisons selon le test de Mann-Whitney (MW),  $P =$  au seuil de significativité de 0,05.

### 3-1-2-1-5 Turbidité

Les variations spatiales et saisonnières de la turbidité des eaux aux stations d’échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve du Haut-Bandama sont présentées par la figure 14. La turbidité maximale de 325,33 UNT est notée dans le cours supérieur à la station BTB et minimale de 13,79 UNT est enregistrée dans le cours inférieur à la station BYB. La valeur la plus élevée de la turbidité (325,33 UNT) a été enregistré pendant la saison pluvieuse. Par contre, la plus faible (13,79 UNT) a été observée pendant la saison sèche. Les valeurs de la turbidité ne varient pas significativement entre les stations (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Cependant, elles varient significativement entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).

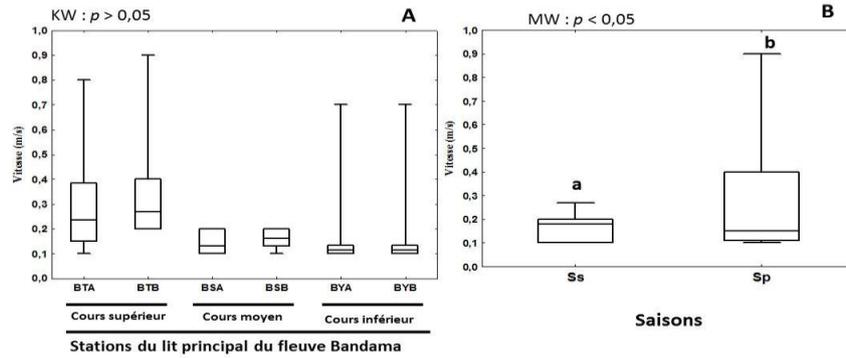


**Figure 14:** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la turbidité des eaux du fleuve Bandama

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; a et b = Indiquent les différences observées au niveau des saisons selon le test de Mann-Whitney (MW), P = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-1-2-1-6 Vitesse du courant

Les variations spatiales et saisonnières de la vitesse du courant de l'eau aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve du Haut-Bandama sont illustrées par la figure 15. Dans l'ensemble des stations les valeurs de la vitesse oscillent entre 0,1 m/s aux stations BTA, BSA, BSB, BYA et BYB et 0,9 m/s à la station BTB dans le cours supérieur. La saison pluvieuse correspond à la période durant laquelle la valeur la plus élevée de la vitesse (0,9 m/s) a été enregistrée. Par contre, la plus faible valeur (0,1 m/s) a été observée durant la saison sèche. Les variations de la vitesse du courant ne diffèrent pas significativement entre les stations (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Toutefois, elles varient significativement d'une saison à l'autre (test de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).

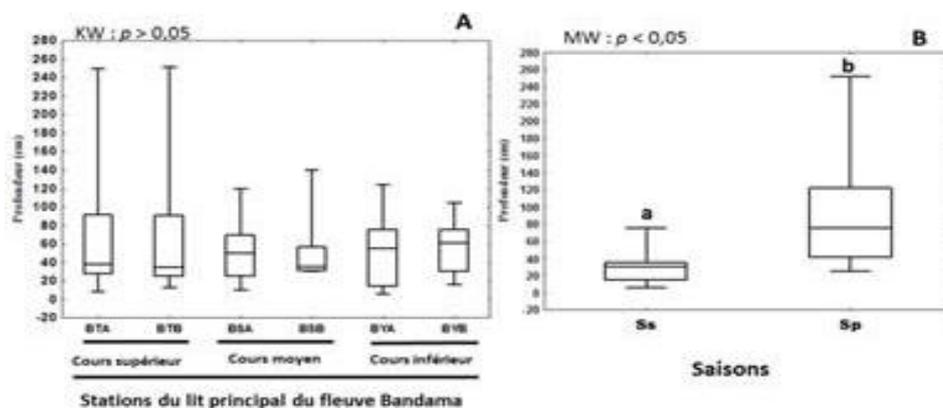


**Figure 15:** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la vitesse des eaux du fleuve Bandama.

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; a et b = Indiquent les différences observées au niveau des saisons selon le test de Mann-Whitney (MW),  $P$  = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-1-2-1-7 Profondeur

Les variations spatiales et saisonnières de la profondeur des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve du Haut-Bandama sont présentées par la figure 16. La profondeur est minimale (6,33 cm) à la station BTB dans le cours supérieur et maximale (138 cm) à la station BYA dans le cours inférieur. Au niveau saisonnier, la saison des pluies a enregistré la valeur maximale (138 m) de la profondeur, alors que la minimale (6,33 m) est observée durant la saison sèche. Les variations de la profondeur ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Par ailleurs, elles varient de façon significative entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).



**Figure 16:** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la profondeur des eaux du fleuve Bandama

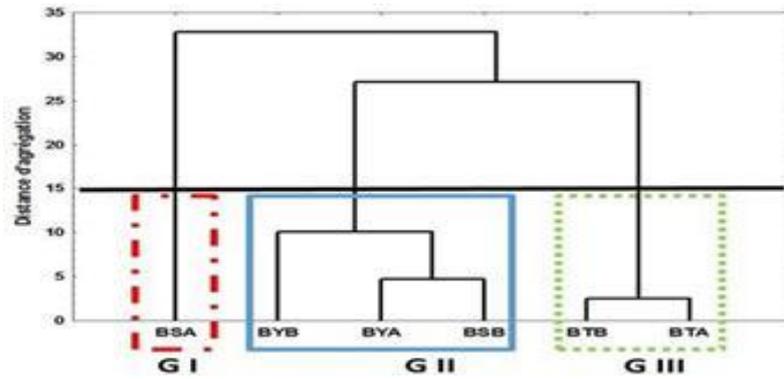
**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; a et b = Indiquent les différences observées au niveau des saisons selon le test de Mann-Whitney (MW),  $P$  = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-1-3 Typologie abiotiques des stations

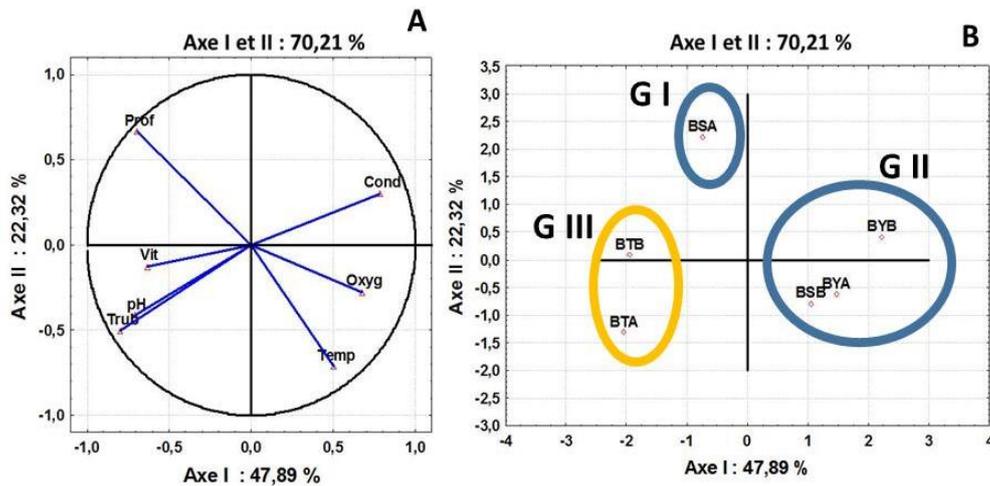
L'Analyse de Classification Hiérarchique (ACH) a permis de regrouper les stations présentant des similarités physico-chimiques et hydromorphologiques (Figure 17). La classification des stations du lit principale du fleuve Bandama dans sa section de la réserve s'est effectuée sur la base des valeurs moyennes de chaque variable environnementale. Ainsi, trois (3) groupes de stations (G I, G II et G III) ont été retenus. Le groupe I regroupe la station BSA située dans le cours moyen. Le groupe II est composé de la station BSB dans le cours moyen et des stations BYA et BYB dans le cours inférieur. Quant au groupe III, il englobe les stations BTA et BTB du cours supérieur (Figure17).

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur les paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux a permis d'établir une typologie abiotique des stations d'étude (Figure 18). Cette classification a été effectuée sur la base des valeurs moyennes de chaque paramètre. L'axe I et II représentent respectivement 47,89 et 22,32 %, soit un total de 70,21 % de la variance totale des paramètres. Le cercle de corrélation indique que l'axe I est corrélé positivement à la conductivité, à la température et à l'oxygène dissous. Cependant, cet axe est négativement corrélé au pH, à la profondeur, à la turbidité et à la vitesse du courant de l'eau. Quant à l'axe II, il est positivement corrélé à la profondeur et négativement à la température et à la turbidité (Tableau I).

La carte factorielle (Figure 18) présente la distribution des stations d'échantillonnage retenues sur le lit principal du fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama en fonction des caractéristiques physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux. Selon l'axe I, les stations du groupe II (BSB, BYA et BYB) sont positivement associées aux valeurs élevées de la conductivité et de l'oxygène dissous. Par ailleurs, suivant ce même axe I, les stations du groupe III (BTA, BTB) sont négativement corrélées aux valeurs élevées de la vitesse, du pH, de la turbidité et de la profondeur. Sur l'axe II, la station BSA (groupe I) est positivement corrélée aux valeurs élevées de la profondeur et négativement aux valeurs élevées de la température.



**Figure 17:** Classification Hiérarchique Ascendante (ACH) des stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la réserve du Haut-Bandama à partir des valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques. G I, G II et G III = groupes observés.



**Figure 18:** Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur la base des valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux du fleuve Bandama

**A**= Cercle de corrélation des paramètres abiotiques sur les axes factoriels ; **B** = Carte factorielle présentant la distribution des six stations d'échantillonnage selon leurs caractéristiques physico-chimiques et hydromorphologiques ; **Temp** = température, **Turb** = turbidité, **pH** = potentiel d'Hydrogène, **Cond** = Conductivité, **Oxyg** = Oxygène dissous ; **BTA, BTB, BSA, BSB, BYA et BYB** = stations.

**Tableau I :** Poids factoriels des paramètres sur les deux premiers axes (F1 et F2) de l'ACP sur les paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques des eaux du fleuve Bandama

Paramètres	Axes Factoriels	
	F 1	F 2
Conductivité	<b>0,784</b>	0,299
pH	<b>-0,708</b>	-0,413
Température	<b>0,502</b>	<b>-0,715</b>
Profondeur	<b>-0,698</b>	<b>0,665</b>
Oxygène dissous	<b>0,675</b>	-0,276
Turbidité	<b>-0,800</b>	<b>-0,504</b>
Vitesse	<b>-0,631</b>	-0,126

Les valeurs significatives sont en gras

### 3-2 COMPOSITION, STRUCTURE ET DIVERSITE DE L'ENTOMOFAUNE

#### 3-2-1 Composition et structure taxonomique

La composition taxonomique et les occurrences de l'entomofaune aquatique collecté sur le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et de Flore du Haut Bandama sont présentées dans le tableau II. Dans l'ensemble des stations étudiées, 127 taxons d'insectes repartis entre 54 familles et 10 ordres ont été inventoriés (Tableau II). Les dix ordres rencontrés sont : les Hémiptères, les Coléoptères, les Diptères, les Odonates, les Epheméroptères, les Trichoptères, les Lépidoptères, les Orthoptères, les Blattoptères et les Hyménoptères. Les Hémiptères et les Diptères sont les ordres les plus diversifiés en familles avec respectivement 15 et 11 familles. Cependant, les moins diversifiés sont les Blattoptères et les Hyménoptères avec 01 famille chacun (Tableau II).

La distribution des taxons en fonction des stations d'échantillonnage au niveau de la réserve montre que la station BSB située dans le cours médian renferme le plus grand nombre de taxons (106 taxons). Elle est suivie de la station BTA située en amont (95 taxons). Par contre, la station BYB, située en aval est la moins diversifiée avec 67 de taxons. Par ailleurs, trente-trois (33) taxons sont communs à l'ensemble des stations (Tableau II). Aussi, deux (02) taxons ont été rencontrés uniquement à la station Bandama Yyakaha B (BYB), située en aval du fleuve Bandama. Il s'agit de *Thraulius* sp. et *Lispe* sp.

**Tableau II :** Occurrences et compositions taxonomiques de l'entomofaune aquatique du fleuve Bandama

Ordres	Familles	Taxons	Cours en amont		Cours médian		Cours en aval	
			BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB
Blattoptères	-		**	**	***	***	**	**
	Dryopidae	<i>Strina promontorii</i>	**	**	**	**	**	**
		<i>Canthydrus xanthinus</i>	-	-	*	*	-	**
		<i>Capelatus</i> sp.	*	*	**	**	**	**
		<i>Dineutus</i> sp.	**	**	***	***	**	**
		<i>Guignotus</i> sp.	-	-	*	*	-	-
		<i>Heterhydrus</i> sp.	**	**	-	*	*	-
	Dytiscidae	<i>Hydaticus matruelis</i>	-	*	-	-	*	-
		<i>Hydroglyphus</i> sp.	**	*	-	-	-	-
		<i>Hygrotus</i> sp.	-	-	**	*	-	**
		<i>Hyphydrus</i> sp.	-	-	*	*	-	-
		<i>Laccophilus</i> sp.	**	**	**	***	*	**
		<i>Yola elegantula</i>	*	-	**	**	-	-
		-	*	-	-	**	-	-
		<i>Leptelmis seydeli</i>	**	**	-	-	*	*
Coléoptères		<i>Omotonus angolensis</i>	**	**	-	-	*	-
	Elmidae	<i>Omotonus</i> sp.	-	-	**	*	-	-
		<i>Potamodytes</i> sp.	*	**	-	**	*	*
		<i>Pseudancyronyx basilewskyi</i>	-	-	**	*	**	**
		<i>Rhizelmis</i> sp.	**	***	*	**	**	**
	Gyrinidae	<i>Orectogyrus</i> sp.	*	*	-	*	*	-
	Helodidae	<i>Helodes</i> sp.	-	*	**	*	**	**
	Hydraenidae	<i>Pterosthetops</i> sp.	**	**	-	**	*	-
		<i>Amphiops</i> sp.	*	-	-	**	**	***
		<i>Berosus</i> sp.	*	*	-	-	-	**
	Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp.	**	***	***	**	**	*
		<i>Grenitis</i> sp.	*	-	**	**	-	-
		<i>Laccobius starnuehlneri</i>	*	-	***	**	-	-
	Limnichidae	<i>Limnichus</i> sp.	*	-	-	**	-	-
		<i>Bezzia</i> sp.	**	*	*	*	*	*
Diptères	Ceratopogonidae	<i>Dasyhelea</i> sp.	*	-	**	**	-	-
		<i>Smittia</i> sp.	-	-	**	**	-	-

\* = taxons accidentels ; \*\* = taxons accessoires ; \*\*\* = taxons constants ; - = absence de taxons

Tableau II : (Suite)

Ordres	Familles	Taxons	Cours supérieur		Cours moyen		Cours inférieur		
			BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB	
Diptères	Chaoboridae	<i>Chaoborus cristallinus</i>	**	**	**	*	**	*	
		<i>Ablabesmyia</i> sp.	*	-	**	***	-	-	
		<i>Chironomus</i> sp.	*	-	***	***	-	-	
		<i>Clinotanypus</i> sp.	*	**	**	**	*	-	
		<i>Cryptochironomus</i> sp.	*	**	-	*	*	-	
		<i>Nilodorum</i> sp.	**	***	***	***	*	*	
		Chironomidae	<i>Polypedilum</i> sp.	**	**	**	***	*	*
			<i>Stenochironomus</i> sp.	-	-	-	-	**	*
			<i>Stictochironomus</i> sp.	**	*	**	***	-	**
			<i>Tanypus</i> sp.	**	**	**	**	**	*
	<i>Tanytarsus</i> sp.		*	-	**	**	-	**	
	<i>Aedes</i> sp.		***	***	*	**	*	-	
	<i>Anopheles</i> sp.		**	**	-	**	*	-	
	Culicidae		<i>Culex</i> sp.	***	**	**	**	**	**
			<i>Culiseta</i> sp.	***	**	**	**	**	**
			<i>Mansonia</i> sp.	**	**	-	-	*	**
	Dixidae	<i>Dixa</i> sp.	**	**	**	**	*	-	
	Dolichopodidae	<i>Leptoconops</i> sp.	-	-	*	*	-	-	
		<i>Limmophora</i> sp.	-	-	*	*	**	*	
	Muscidae	<i>Lispe</i> sp.	-	-	-	-	-	**	
		Phoridae	<i>Megaselia scarlaris</i>	-	-	*	*	-	-
	Rhagionidae	<i>Atherisc</i> sp.	*	-	-	**	-	-	
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	**	*	-	-	-	-	
	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	*	-	**	**	-	-	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Afrobeatodes</i> sp.	*	-	-	**	-	-
			<i>Bifurcatum</i> sp.	**	**	**	**	*	**
<i>Claeon</i> sp.			*	-	-	**	-	-	
<i>Diceromyzon</i> sp.			-	-	-	-	**	***	
Caenidae		<i>Caenis</i> sp.	**	**	**	**	**	*	
Heptageniidae		<i>Afronurus</i> sp.	*	*	**	***	**	**	
		<i>Notonurus</i> sp.	**	**	**	**	**	***	
Leptophlebiidae		<i>Adenophlebia</i> sp.	-	*	-	-	*	*	
		<i>Adenophlebiodes</i> sp.	**	**	**	**	*	*	
Leptophlebiidae		<i>Thraulius</i> sp.	-	-	-	-	-	**	
		Polymitarcidae	<i>Povilla adusta</i>	-	-	*	*	-	-
Tricorythidae		<i>Tricorythus</i> sp.	*	*	**	**	*	*	

\* = taxons accidentels ; \*\* = taxons accessoires ; \*\*\* = taxons constants ; - = absence de taxon

Tableau II : (Suite)

Ordres	Familles	Taxons	Cours Supérieur		Cours moyen		Cours inférieur	
			BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB
Hémiptères	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i>	-	-	-	-	**	*
	Aphididae	<i>Melanaphis</i> sp.	-	-	**	*	-	-
	Belostomatidae	<i>Appasus</i> sp.	**	*	*	**	-	**
		<i>Diplonychus</i> sp.	**	**	**	**	**	***
	Cicadellidae	<i>Cicadella viridis</i>	**	**	**	**	*	-
		<i>Micronecta scutellaris</i>	-	-	*	*	-	-
	Corixidae	<i>Micronecta</i> sp.	**	**	*	*	*	-
		<i>Stenocorixa protrusa</i>	*	-	**	***	**	**
	Cydnidae	<i>Sehirus cinctus</i>	*	-	**	**	-	-
		<i>Eurymetra</i> sp.	**	**	**	**	**	**
	Gerridae	<i>Gerisella</i> sp.	**	**	-	**	***	**
		-	**	**	-	*	*	-
		<i>Limnogonus chopardi</i>	*	-	-	*	**	***
	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i> sp.	-	**	-	-	*	-
	Mesoveliidae	<i>Mesovelia vittigera</i>	*	-	**	**	-	-
	Naucoridae	<i>Laccocoris</i> sp.	*	*	-	**	*	**
		<i>Macrocoris flavicolis</i>	**	***	-	*	*	-
		<i>Naucoris</i> sp.	-	*	-	-	*	-
	Nepidae	<i>Laccotrephes ater</i>	-	-	**	*	*	*
		<i>Laccotrephes</i> sp.	**	*	**	**	-	**
		<i>Nepa</i> sp.	-	-	**	*	-	-
		<i>Ranatra</i> sp.	*	-	-	**	-	-
	Notonectidae	<i>Anisops sarclea</i>	*	-	**	**	*	**
		<i>Anisops</i> sp.	***	***	***	***	**	**
	Pentatomidae	<i>Dolycoris</i> sp.	**	**	**	**	**	**
		<i>Eysarcoris</i> sp.	-	-	-	-	**	**
	Pleidae	<i>Plea pullula</i>	**	**	**	***	**	**
		<i>Microvelia</i> sp.	*	-	-	**	-	-
Veliidae	<i>Rhagovelia reitteri</i>	**	**	**	**	**	**	
	-	**	**	**	**	*	-	
Hyménoptères	Formicidae	<i>Solenopsis</i> sp.	**	**	***	**	*	-
Lépidoptères	Crambidae	-	**	*	**	**	-	-
		<i>Hygraula</i> sp.	*	-	**	**	-	-
	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i>	-	-	-	-	**	**

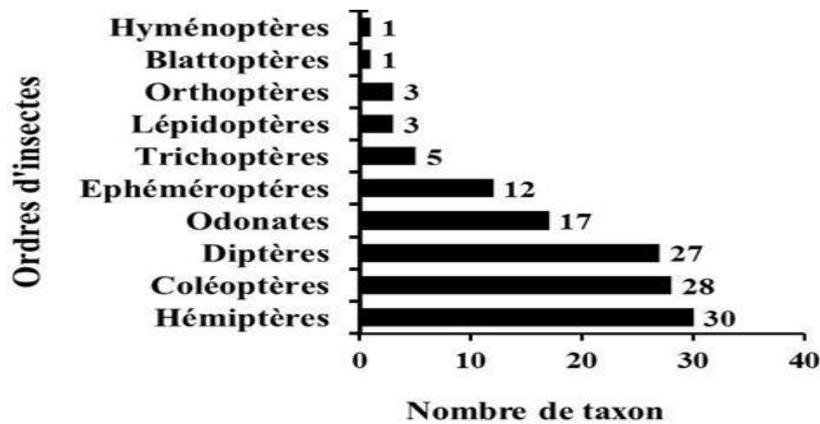
\*= taxons accidentels ; \*\* = taxons accessoires ; \*\*\* = taxons constants ; - = absence de taxons

Tableau II : (Suite et fin)

Ordres	Familles	Taxons	Cours Supérieur		Cours moyen		Cours inférieur	
			BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB
Odonates	Coenagrionidae	<i>Ceriagrion</i> sp.	**	**	**	**	*	**
		<i>Pseudagrion</i> sp.	**	**	**	***	*	*
	Gomphidae	<i>Gomphidia</i> sp.	-	-	**	*	-	-
		<i>Ictinogomphus</i> sp.	**	*	**	**	-	*
		<i>Lestinogomphus angustus</i>	-	-	**	*	-	*
		<i>Microgomphus</i> sp.	**	*	**	**	-	-
		<i>Neurogomphus</i> sp.	**	**	**	***	**	***
		<i>Paragomphus genei</i>	*	-	-	*	-	-
		<i>Paragomphus</i> sp.	**	**	**	**	***	***
		<i>Phyllogomphus aethiops</i>	*	-	**	**	**	**
		<i>Olpogastra</i> sp.	*	-	-	*	-	-
		<i>Orthetrum cafferum</i>	*	-	**	**	-	-
	Libellulidae	<i>Palpopleura lucia lucia</i>	**	*	*	*	-	-
		<i>Parazyxomma flavicans</i>	**	*	**	*	-	*
		<i>Trithemis dorsalis</i>	**	***	**	**	**	***
		<i>Phyllomacromia picta</i>	-	*	-	-	**	*
Macromiidae	<i>Phyllomacromia</i> sp.	**	**	-	-	*	-	
	-	**	**	**	**	**	**	
Orthoptères	Acrididae	-	**	**	**	**	**	
	Gryllidae	<i>Acheta</i> sp.	*	-	**	***	-	-
	Tettigoniidae	-	*	**	-	-	**	**
Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Polymorphanythus</i> sp.	-	-	*	*	-	-
		-	-	-	**	*	-	-
	Leptoceridae	<i>Leptocerus</i> sp.	**	**	*	*	**	*
		<i>Oecetis modesta</i>	**	**	-	-	*	-
Polycentropodidae	<i>Dipseudopsis capensis</i>	*	-	**	**	-	-	
<b>Total : 10</b>	<b>53</b>	<b>127</b>	<b>95</b>	<b>73</b>	<b>85</b>	<b>106</b>	<b>75</b>	<b>67</b>

\*= taxons accidentels ; \*\* = taxons accessoires ; \*\*\* = taxons constants ; - = absence de taxons

La figure 19 montre la composition taxonomique des ordres d'insectes collectés dans le fleuve Bandama au niveau de la Réserve du Haut-Bandama. Les Hémiptères sont les plus diversifiés avec 30 taxons. Ils sont suivis des Coléoptères avec 28 taxons. Les Blattoptères et les Hyménoptères sont les moins riches en taxon avec un taxon chacun.



**Figure 19** : Composition taxonomique des ordres d'insectes aquatiques observés sur le fleuve Bandama

### 3-2-1-1 Analyse des occurrences des taxons

Sur la base de leur fréquence, les taxons récoltés dans l'ensemble des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et Flore du Haut-Bandama sont regroupés en trois catégories : les taxons constants, les taxons accessoires et les taxons accidentels. La station BTA, située en amont enregistre la plus grande proportion (40 %) de taxons accidentels. Cependant, la plus faible proportion (18,8 %) de cette catégorie taxonomique est observée dans le cours médian à la station BSA. La grande proportion de taxons constants (*Ablabesmyia* sp. ; *Acheta* sp ; *Afronurus* sp ; *Stenocorixa protrusa* (14,2 %) est notée à la station BSB, située dans le cours en aval tandis que, la station BYA, située dans le cours en aval obtient la plus faible proportion (2,7 %) de cette catégorie taxonomique. Il s'agit de *Paragomphus* sp. Quant à la proportion de taxons accessoires, elle est plus élevée (71,8 %) dans le cours médian à la station BSA et plus faible (49,3 %) dans le cours inférieur à la station BYA.

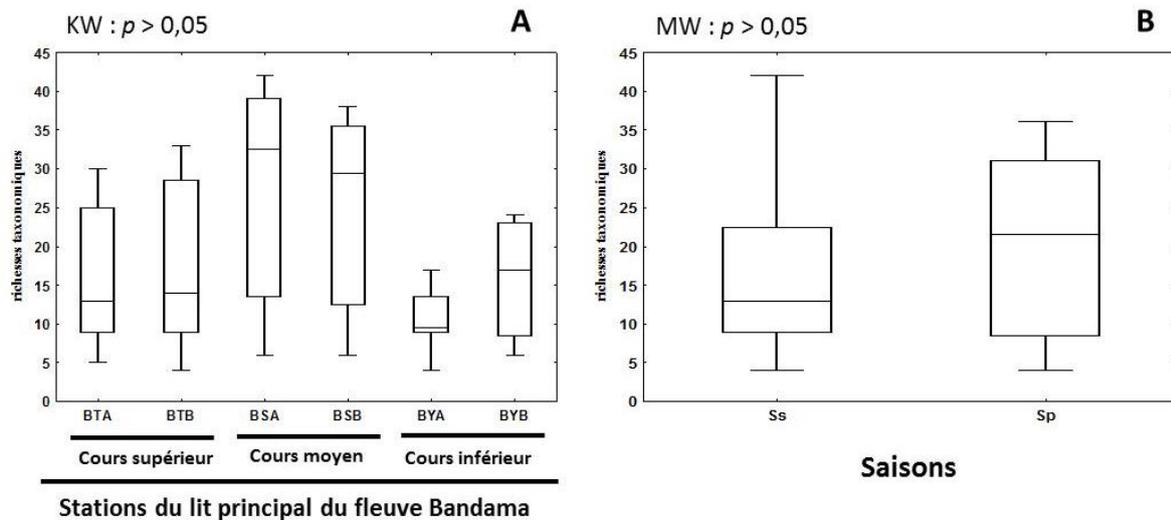
**Tableau III** : Proportions (en %) des catégories de taxons définies sur la base de l'occurrence de l'entomofaune observé dans le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama

Catégories taxonomiques	Cours supérieur		Cours moyen		Cours inférieur	
	BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB
Taxons accidentels	40	30,1	18,8	31,1	48	32,8
Taxons accessoires	55,8	60,2	71,8	54,7	49,3	55,2
Taxons constants	4,2	9,6	9,4	14,2	2,7	11,9

### 3-2-2 Diversité de l'entomofaune

#### 3-2-2-1 Variations spatiales et saisonnières de la richesse taxonomique

La figure 20, fait état des variations spatiales et saisonnières de la richesse taxonomique des communautés d'insectes récoltes aux stations d'échantillonnages retenues sur le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et Flore du Haut-Bandama. La plus faible valeur de la richesse taxonomique (04 taxons) a été enregistrée à la station BTB dans le cours supérieur. Par contre, la plus élevée (42 taxons) a été observée à la station BSA dans le cours moyen. Les variations de la richesse taxonomique ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Au niveau saisonnier, la plus faible valeur de la richesse (4 taxons) a été notée durant la saison pluvieuse. Quant à la valeur la plus élevée (42 taxons), elle est obtenue pendant la saison sèche. Les variations saisonnières de la richesse taxonomique ne diffèrent pas significativement entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).

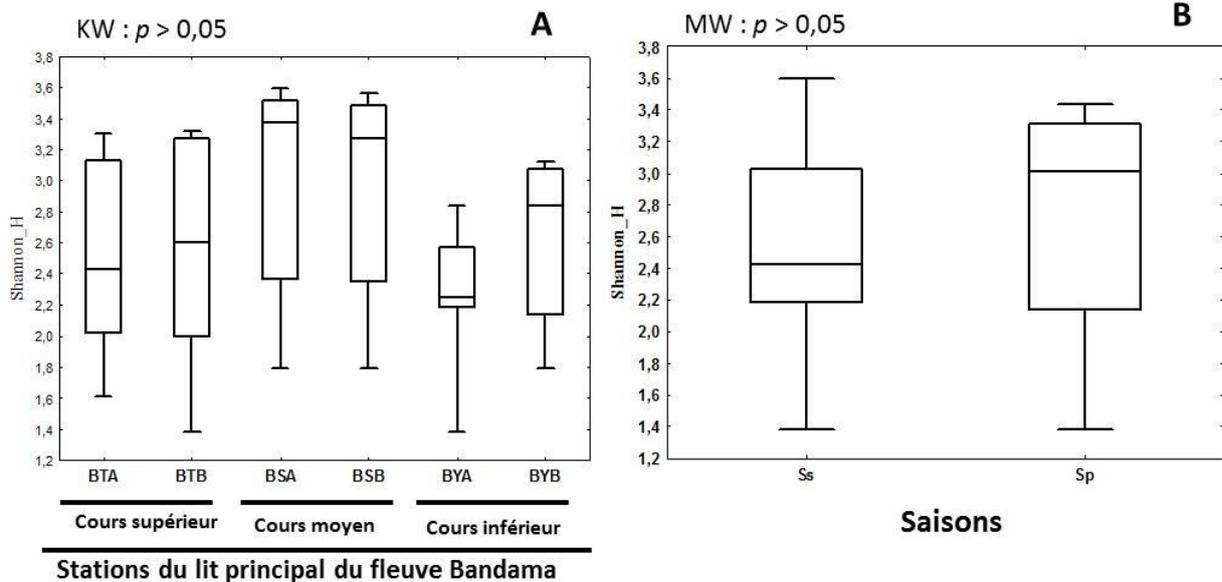


**Figure 20 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la richesse taxonomique des insectes du fleuve Bandama.

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; pas de variation significative selon les tests de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW),  $P$  = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-2-2-2 Variations spatiales et saisonnières de l'indice de Shannon

La figure 21 illustre les variations spatiales et saisonnières de l'indice de Shannon du peuplement des insectes sur le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et Flore du Haut-Bandama. La plus faible valeur de l'indice de Shannon (1,38 bit) enregistrée à la station BYA située dans le cours en aval indique que cette station est peu diversifiée et la valeur la plus élevée (3,59 bit) à la station BSA située dans le cours médian montre que cette station présente une grande diversité. Les variations de l'indice de Shannon ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Au niveau saisonnier, la valeur la plus élevée (3,59 bit) est notée au cours de la saison sèche et la plus faible (1,38 bit) pendant la saison des pluies. Les variations saisonnières de l'indice de Shannon ne sont pas significativement différentes entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).

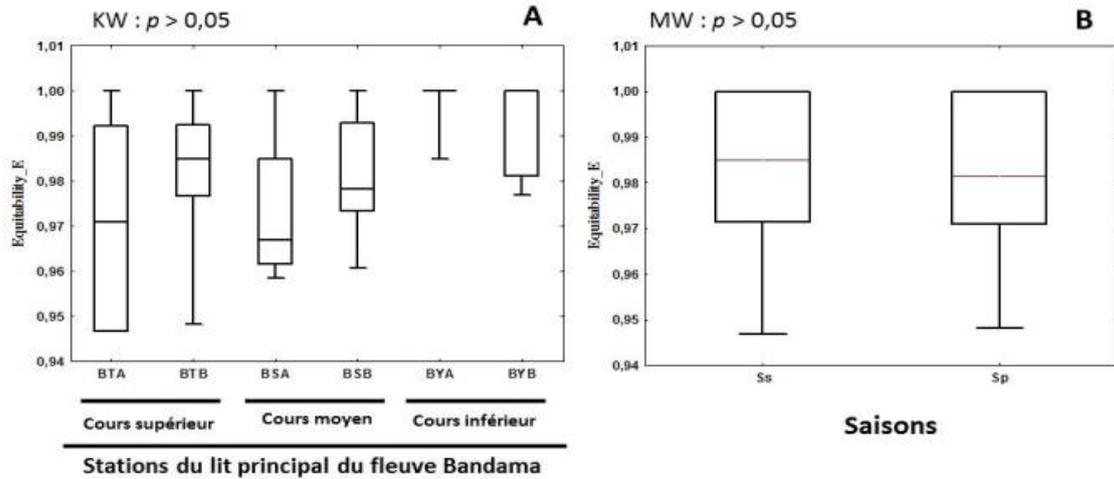


**Figure 21 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l'indice des insectes du fleuve Bandama

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; pas de variation significative selon les tests de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW),  $P$  = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-2-2-3 Variations spatiales et saisonnières de l'indice d'équitabilité

La figure 22 montre les variations spatiales et saisonnières de l'indice d'équitabilité du peuplement d'insectes sur le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et Flore du Haut-Bandama. La plus faible valeur (0,95) de l'indice d'équitabilité enregistrée à la station BYA, située dans le cours inférieur montre que le peuplement à cette station est moins équilibré et moins stable. Par contre la plus élevée (1) à la station BSA, située dans le cours moyen indique que le peuplement est équilibré et stable. Au niveau saisonnier, la valeur d'équitabilité est plus élevée (1) au cours des deux saisons climatiques et plus faible (0,95) pendant la saison sèche. Les variations de l'indice d'équitabilité ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Par ailleurs, les variations saisonnières de l'indice d'équitabilité ne sont pas significativement différentes entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).



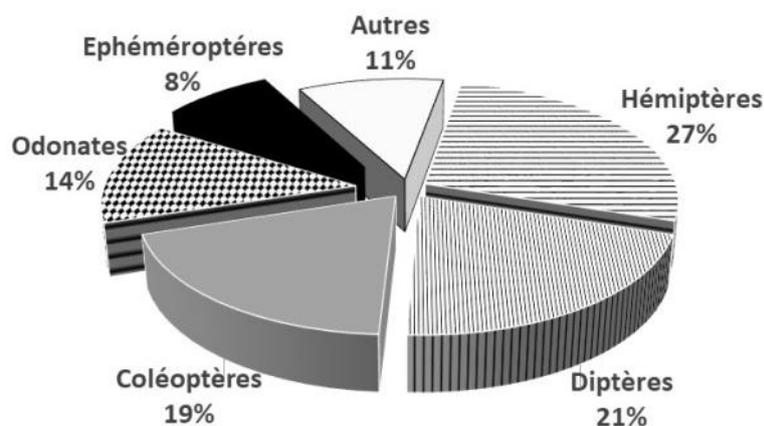
**Figure 22 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l'indice d'équitabilité des insectes du fleuve Bandama

Ss = saison sèche, Sp = saison pluvieuse ; pas de variation significative selon les tests de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW),  $P$  = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-2-3 Analyses quantitatives de l'entomofaune

#### 3-2-3-1 Abondances globales

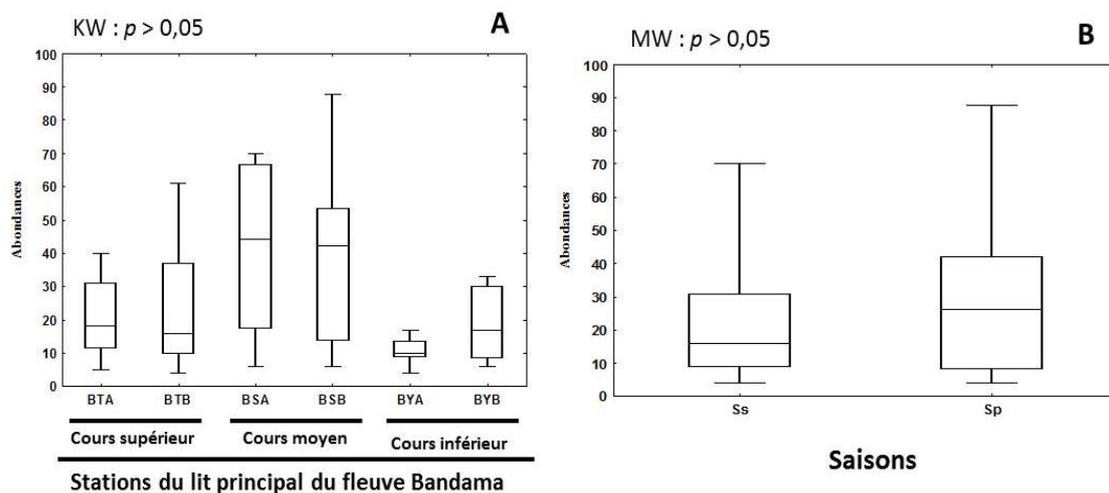
La figure 23 présente les proportions des classes d'insectes récoltés sur le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama en fonction de leurs abondances. Sur l'ensemble des 127 individus d'insectes récoltés dans la réserve, les Hémiptères et les Diptères sont les plus abondants. Ils représentent respectivement 27 et 21 % de l'ensemble des individus collectés. Les moins abondants sont les Ephéméroptères avec 8 % des individus collectés. Par ailleurs les autres ordres ne représentent que 11 % des individus collectés.



**Figure 23:** Proportion des classes d'insectes récoltées dans le fleuve Bandama en fonction de leurs abondances

### 3-2-3-2 Variations spatiales et saisonnières de l'abondance

La figure 24 illustre les variations spatiales et saisonnières des abondances d'insectes récoltés sur le fleuve Bandama dans la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama. La plus faible valeur de l'abondance (4 individus) a été enregistrée aux stations BSB et BYA, respectivement situées dans le cours moyen et le cours inférieur. Cependant, la valeur la plus élevée (88 individus) a été notée dans le cours moyen à la station BSA. Les valeurs médianes de l'abondance ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ). Au niveau saisonnier, la valeur la plus élevée (88 individus) de l'abondance est notée durant la saison des pluies et la plus faible (4 individus) pendant la saison sèche. Les valeurs médianes de l'abondance ne diffèrent pas significativement entre les deux saisons climatiques (test de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).



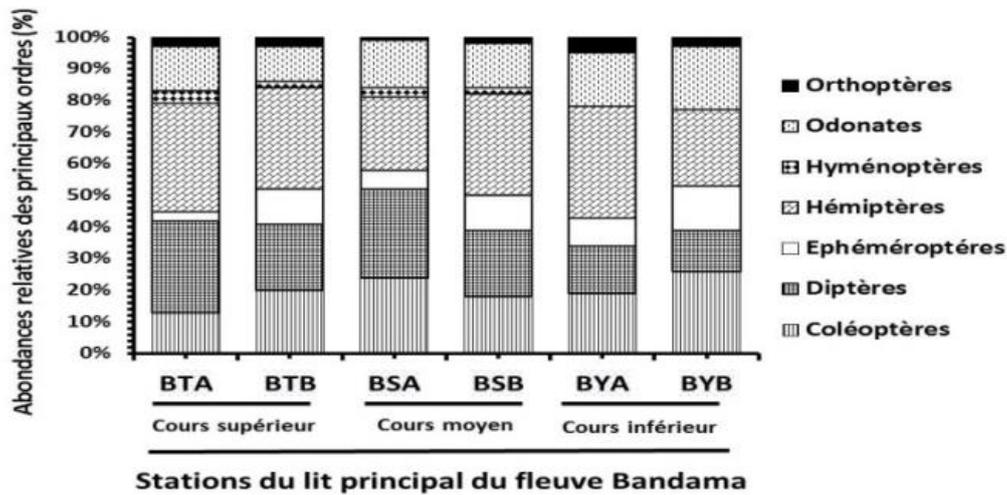
**Figure 24 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) des abondances d'insectes récoltés dans le fleuve Bandama

**Ss** = saison sèche, **Sp** = saison pluvieuse ; pas de variation significative selon les tests de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW),  $P$  = au seuil de significativité de 0,05.

### 3-2-3-3 Répartitions spatiales de l'abondance des principaux ordres d'insectes

La figure 25 indique les abondances relatives des principaux ordres d'insectes rencontrés dans la Réserve du Haut-Bandama. Ces ordres sont ceux qui représentent au moins 4 % de l'effectif des ordres récoltés sur au moins une des six stations de prélèvement. Les Hémiptères sont prédominants dans l'ensemble des stations. Leur abondance est comprise entre 23 % dans le cours moyen à la station BSA et 35 % dans le cours inférieur à la station BYA. Par contre, les Hyménoptères dont l'abondance fluctue entre 2 % aux stations BTB et

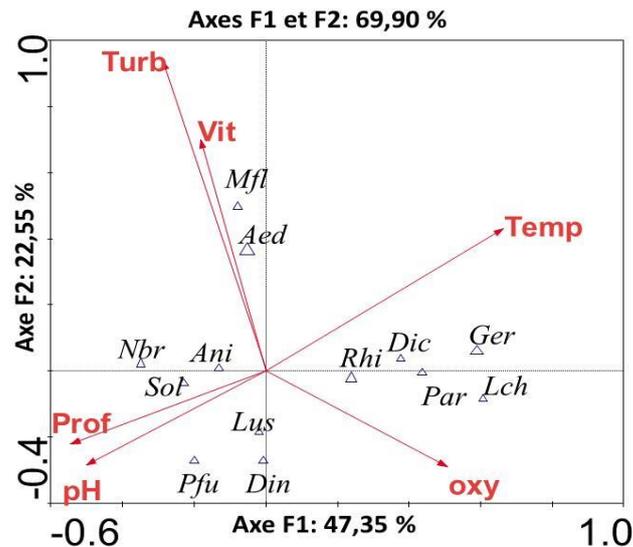
BSB et 4 % dans le cours supérieur à la station BTA sont les moins abondants. Par ailleurs ils n'ont pas été récoltés dans le cours inférieur aux stations BYA et BYB.



**Figure 25:** Variation spatiale de l'abondance relative des principaux ordres d'insectes récoltés dans le fleuve Bandama

### 3-2-4 Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques de l'eau et la distribution des principaux taxons

Une analyse de Redondance (RDA) a été réalisée pour mettre en évidence la corrélation entre les paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques et les abondances des principaux ordres d'insectes du fleuve Bandama dans sa section de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama. L'axe I et II expriment respectivement 47,35 et 22,55 % de l'information, soit un total de 69,90 % de la variabilité (Figure 26). L'analyse de la carte factorielle montre que l'oxygène dissous et la température sont positivement corrélés à l'axe I, pendant que la profondeur et le pH sont négativement corrélés à cet axe. L'axe II est positivement corrélé à la turbidité et la vitesse (Figure 26). La projection des principaux ordres d'insectes sur les axes vectoriels des paramètres environnementaux indique que *Gerisella* sp., *Rhizelmis* sp., *Limnogonus chopardi*, *Paragomphus* sp. et *Diceromyzon* sp sont associés aux valeurs élevées de la température et de l'oxygène dissous dans la partie positive de l'axe I, pendant que *Nilodorum* sp., *Anisops* sp. et *Solenopsis* sp. sont influencés par les valeurs élevées de la profondeur et du pH dans la partie négative de cet axe. Sur l'axe II, *Aedes* sp. et *Macrocoris flavicolis* sont positivement influencés par les valeurs élevées de la turbidité et de la vitesse. En revanche, *Laccophilus* sp., *Polypedilum* sp. et *Dineutus* sp. sont opposés aux fortes valeurs de la turbidité et de la vitesse.

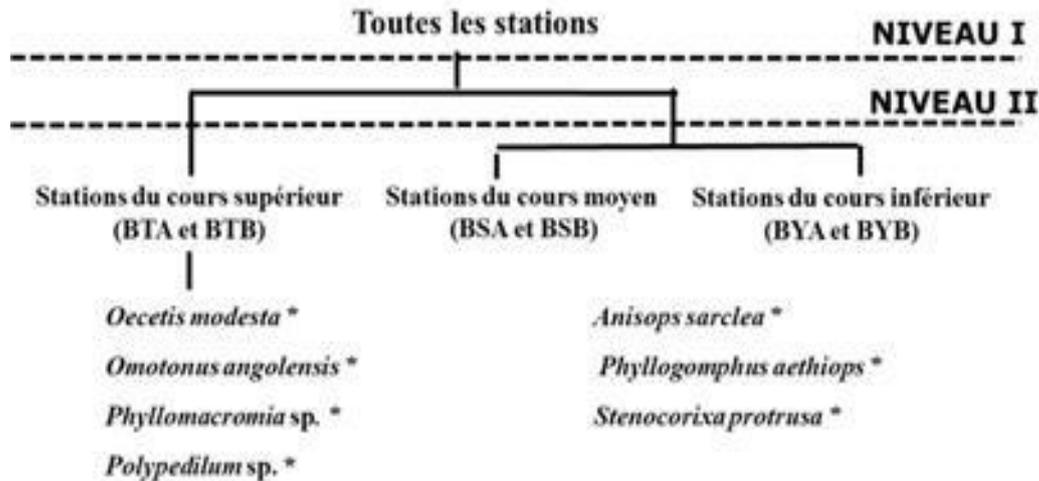


**Figure 26** : Analyse de Redondance (RDA) des principaux taxons d'insectes du fleuve Bandama et des variables environnementales

**Temp** = Température, **Prof** = Profondeur, **Vit** = Vitesse ; **Trub** = Trubidité ; **Oyg** = Oxygène dissous, **pH** = potentiel Hydrogène. **Ger** = *Gerisella* sp. **Rhi** = *Rhizelmis*, **Par** = *Paragomphus* sp. **Lch** = *Limnogonus chopardi*, **Dic** = *Diceromyzon* sp., **Nbr** = *Nilodorum* sp., **Din** = *Dineutus* sp, **Ani** = *Anisops* sp, **Aed** = *Aedes* sp, **Mfl** = *Macrocoris flavicolis*, **Sol** = *Solenopsis* sp, **Pfu** = *Polypedilum* sp., **Lus** = *Laccophilus* sp.

### 3-2-5 Taxons indicateurs des différents types d'habitats

La méthode *IndVal* a été utilisée pour déterminer les valeurs indicatrices des taxons caractéristiques des différents types d'habitats. La classification regroupe les stations prospectées en fonction des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques. Cette classification donne deux niveaux de hiérarchisation. Le premier niveau renferme toutes les stations. Le second niveau sépare les stations selon le gradient longitudinal du fleuve Bandama dans la Réserve. Le test *indval* a été réalisé avec l'ensemble de 127 taxons d'insectes récoltés. Sur cet ensemble, 7 taxons se sont révélés indicateurs d'au moins un niveau de la classification (Figure 27). Le premier niveau de la typologie rassemble tous les 7 taxons qui se sont montrés indicateurs. Au second niveau, 4 taxons ont été identifiés comme indicateurs des stations BTA et BTB, situées dans le cours supérieur. Il s'agit de *Oecetis modesta*\*, *Omotonus angolensis*\*, *Phyllomacromia* sp\*. et *Polypedilum* sp\*. (test de student faiblement significative). Par ailleurs, 3 taxons sont apparus comme indicateurs des stations BSA et BSB, situées dans le cours moyen et des stations BYA et BYB, situées dans le cours inférieur. Ce sont : *Anisops* sp.\*, *Phyllogomphus aethiops*\* et *Stenocorixa protrusa*\* (test de student faiblement significative).



**Figure 27 :** Typologie abiotique des stations et les taxons d’insectes indicateurs

0,01 < (\*) < 0,05 = Test de Student faiblement significatif.

### 3-3 QUALITE ECOLOGIQUE DES EAUX DE LA RESERVE DU HAUT-BANDAMA A PARTIR DE L’INDICE DE TOLERANCE A LA POLLUTION

Le tableau IV illustre les données relatives à la qualité écologique des eaux du fleuve Bandama dans la réserve à partir de l’indice de tolérance à la pollution (ET/C). Dans l’ensemble des stations prospectées, les valeurs de l’indice de tolérance à la pollution varient entre 0,53 à la station BSA et 3 à la station BYA. Les valeurs de l’indice de tolérance à la pollution enregistrées sur l’ensemble des stations étant toutes inférieures à 5, les eaux du fleuve dans la réserve du Haut-Bandama sont de « mauvaise » qualité écologique.

**Tableau IV :** Indice de tolérance à la pollution et classes de qualité des eaux définies aux différentes stations retenues sur le fleuve Bandama

	Cours supérieur		Cours moyen		Cours inférieur	
	BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB
Abondances en ET	10	25	28	34	9	21
Abondances en Chir	11	20	53	38	3	11
Valeurs de l’indice ET/C	0,91	1,25	0,53	0,89	3	1,9
Classes de qualités	<b>MQ</b>	<b>MQ</b>	<b>MQ</b>	<b>MQ</b>	<b>MQ</b>	<b>MQ</b>

Indice ET/C = indice de tolérance à la pollution, Abondances en ET = Abondances en Éphéméroptères-Trichoptères ; Abondances en Chir = Abondances en Chironomidae ; MQ = mauvaise qualité.

### 3-4 DISCUSSION

L'analyse des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques montrent qu'au niveau spatial, aucun des paramètres mesurés ne varie significativement entre les différentes stations prospectées. Ce résultat s'expliquerait par un taux d'échange important des eaux entre les différentes stations. Cet échange serait dû à une importante circulation de la masse d'eau dans le fleuve Bandama du cours supérieur vers le cours inférieur. Ce mouvement entrainerait une homogénéisation de l'eau du fleuve Bandama. A cet effet, Salençon & Calmels (1994), ont indiqué que les circulations de masses d'eau jouent un rôle fondamental dans le transport et la redistribution des nutriments ainsi que, l'homogénéisation du milieu. Ainsi, après plusieurs études réalisées sur une cinquantaine de sites en Côte d'Ivoire, Quillévére (1979), conclut qu'en zones de savane les eaux ont des caractéristiques voisines.

Au niveau saisonnier, l'ensemble des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques mesurés ont présenté une forte variabilité. Les valeurs élevées de la turbidité enregistrées durant la saison pluvieuse s'expliqueraient par l'intensité des activités anthropiques telles que l'orpaillage clandestin et l'abreuvement des bovins dans le fleuve Bandama. En effet, les effluents miniers et les boues issues de l'activité d'orpaillage, ainsi que les déchets de bovins sont drainés durant cette période dans le lit du fleuve Bandama. Cette situation expliquerait la forte turbidité des eaux du fleuve Bandama dans la Réserve durant la saison pluvieuse (Dien, 2018).

La composition de l'entomofaune récoltés dans le fleuve Bandama au niveau de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama est constituée de 127 taxons d'insectes repartis entre 53 familles et 10 ordres. Cette richesse taxonomique est supérieure à celle obtenue par Edia (2008), sur les rivières anthropisées du Sud-est et par Kouamé (2014), sur le fleuve Bandama au niveau de la retenue de Taabo. Où ces auteurs ont inventoriés respectivement 119 taxons d'insectes regroupés entre 51 familles et 10 ordres et 53 taxons d'insectes appartenant à 41 familles et 09 ordres. Cette différence de taxons pourrait être due d'une part à la zone d'étude. En effet, notre étude réalisée entre janvier 2018 et février 2019 a été menée dans une aire protégée. Cette différence taxonomique s'expliquerait par le type d'outils utilisés d'autre part. En effet, les travaux d'Edia qui se sont effectués entre juillet 2003 et mars 2005 ont été réalisés à l'aide un filet de dérive et un filet troubleau. Quant à ceux de Kouamé, réalisés entre juillet 2006 et juin 2007, ils ont été effectués uniquement avec un filet troubleau. En revanche, l'échantillonnage de l'entomofaune dans la Réserve du Haut-Bandama a été réalisé à l'aide d'un filet troubleau et une benne Van Veen. Pour Allouko *et al* (2019), l'utilisation conjuguée

de ces deux outils permet d'explorer le peuplement d'insectes de la surface et du fond des stations. Par ailleurs, la composition faunistique des insectes du fleuve Bandama dans la réserve correspond à celle des eaux douces africaines (Ramade, 2003 ; Edia, 2008 *et al.*, 2014 ; Kouamé, 2014).

L'analyse de la diversité et de l'abondance des ordres d'insectes récoltés sur le fleuve Bandama dans la réserve montre que les Hémiptères (30 taxons et 337 individus) sont les plus diversifiés et abondants. Ce résultat corrobore avec ceux de Edia (2008) et Kouamé (2014). L'abondance des Hémiptères serait liée à leur ubiquité (Lee *et al.*, 2006). De plus, la prédominance des Hémiptères dans la réserve pourrait être due à la présence de végétaux aquatiques et de proies comme les alevins (Déjoux, 1969). Selon Déjoux (1969), les Hémiptères sont inféodés à la végétation aquatique et semi-aquatique. Par ailleurs, Kressou *et al* (2019 a), ont montré que le développement des cultures de rentes sur le bassin versant à l'extérieur et à l'intérieur de la réserve entraîne un accroissement des apports en fertilisants et en pesticides dans le fleuve. Ainsi, cette situation provoque l'accentuation de l'envahissement de ce fleuve par les végétaux aquatiques et les algues. Cela induirait l'enrichissement du fleuve Bandama dans la réserve en matières en suspension (Halle & Bruzon, 2006). D'où les valeurs élevées de la conductivité de 71,5 à 166.77  $\mu\text{S}/\text{cm}$  enregistrées au cours de cette étude.

L'analyse de la variation saisonnière de la richesse taxonomique des communautés d'insectes récoltés sur le fleuve Bandama dans la Réserve n'a pas montrée de différence significative d'une saison à l'autre. Toutefois, les plus faibles valeurs de la richesse taxonomique ont été obtenues pendant la saison pluvieuse. Ces faibles valeurs seraient liées à la dérive des organismes (Kouamé, 2014). Cette situation serait liée à la construction de plusieurs petits barrages hydroagricole en amont de la réserve, qui durant la saison pluvieuse augmentent le débit du fleuve Bandama à l'intérieur de la réserve.

L'évaluation de la qualité écologique des eaux aux stations d'échantillonnage à partir de l'indice de tolérance à la pollution a montré que les eaux du fleuve Bandama dans la réserve sont de mauvaise qualité. Ce résultat s'oppose à celui de Koumba *et al.* (2017), qui en utilisant le même indice a montré que les eaux des rivières du Parc National de Moukalaba Doudou (PNMD) situées dans le Sud-ouest du Gabon sont de bonne qualité écologique. Cela s'expliquerait par le fait que ces auteurs ont observé une forte prédominance des taxons polluo-sensibles comme les Ephéméroptères, des Plécoptères, des Trichoptères (EPT). Par contre, les taxons de ce complexe sont apparus moins diversifié dans le fleuve Bandama au niveau de la réserve. De plus, la mauvaise qualité des eaux du fleuve Bandama dans la réserve serait due à la persistance des activités anthropiques.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and curved ends at the top and bottom. The text is centered within this border.

## **CONCLUSION ET PERSPECPTIVES**

Le présent travail a permis d'évaluer les impacts des activités anthropiques sur la qualité du réseau hydrographique de la Réserve de Faune et de Flore du Haut Bandama à partir de l'indice de tolérance à la pollution. L'analyse des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques montre qu'au niveau spatial, aucun des paramètres mesurés ne varie significativement entre les différentes stations prospectées. Par contre, au niveau saisonnier, l'ensemble des paramètres considérés ont présenté une forte variabilité.

La composition de l'entomofaune récoltée sur le fleuve Bandama au niveau de la Réserve de Faune et de Flore du Haut-Bandama est constituée de 127 taxons d'insectes repartis entre 53 familles et 10 ordres. Ainsi l'analyse de la diversité et de l'abondance des ordres d'insectes récoltés sur le fleuve Bandama dans la réserve montre que les Hémiptères (337 individus et 30 taxons) sont les plus abondants et diversifiés.

L'évaluation de la qualité écologique des eaux aux stations d'échantillonnage retenues sur le fleuve Bandama dans la réserve à partir de l'indice de tolérance à la pollution a montré que les eaux sont de mauvaise qualité ( $ET/C < 5$ ). Cependant, en vue de mieux maîtriser les différents impacts des pollutions sur le fleuve Bandama dans la réserve, un suivi de la qualité écologique des eaux de ce fleuve s'avère nécessaire. Cela permettra à long terme la mise en place d'un indice biotique propre pour évaluer la qualité écologique des eaux de cette réserve.



**REFERENCES**

- Aboua B.R.D., N'Zi K.G., Bamba M. & Kouamélan P. (2015). Développement d'un indice d'intégrité biotique piscicole pour la présentation de la biodiversité du fleuve Bandama. *European Scientific journal*, (11) : 99 - 116.
- Adandedjan D. (2012). Diversité et déterminisme des peuplements de macroinvertébrés benthiques de deux lagunes du Sud- Bénin : la Lagune de Porto- Novo et la Lagune Côtière. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 261 p.
- AGROPOLIS (2007). Les dossiers d'Agropolis international, Ecosystèmes aquatiques : ressources et valorisation, 6, 68 p.
- Aliaume C., Lasserre G. & Louis M. (1990). Organisation spatiale des peuplements ichtyologiques des herbiers à Thalassia du Grand Cul-de-sac Marin en Guadeloupe. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 23 : 231-250.
- Allouko J.R., Bony K.Y., Aliko N.G. (2019). Aquatic Insects distribution pattern focused on water quality in Aghien lagoon (Côte d'Ivoire ; West Africa). *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 6(2) : 31-37.
- Annani F. (2013). Essai de biotypologie des zones humides du Constantinois. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba (Annaba, Algérie), 227 p.
- Anonyme 1. (1999). Diversité biologique de la Côte d'Ivoire. Rapport de synthèse - Ministère de l'environnement et de la forêt, Côte d'Ivoire, 270 p.
- Anonyme 2. (2010). Seconde communication nationale sous la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Ministère de l'environnement, des Eaux et Forêts, Côte d'Ivoire, 210 p.
- Avenard J.M. (1971). Aspects de la géomorphologie. In : Avenard, G., & Perraud A. (Eds).
- Bouché P. (1996). Contribution à l'aménagement d'un game-ranching sur le Haut Bandama (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Université de Liège (Liège, Belgique), 240 p.
- Camara A.I., Diomandé D. & Gourène G. (2014). Impact des eaux usées et de ruissèlement sur la biodiversité des macroinvertébrés de la rivière Banco (Parc National du Banco, Côte d'Ivoire). *Revue du CAMES*, 2 : 58-68.
- Camus H. (1972). Hydrologie du Bandama. Rapport - Centre ORSTOM Adiopodoumé, 150 p.
- Carreti J. C. & Loyer D. (2012). Comment financer durablement le réseau d'aires protégées terrestres à Madagascar Apport de l'analyse économique, 12 p.
- Cayrou J., Compin A., Giani N. & Céréghino R. (2000). Associations spécifiques chez les macroinvertébrés benthiques et leur utilisation pour la typologie des cours d'eau. Cas du

- réseau hydrographique Adour- Garonne (France). *International Journal of Limnology*, 36 : 189-202.
- Coulibaly S. (1980). La difficile mais nécessaire intégration de l'élevage zébu dans le monde rural sénégalais. Abidjan, Institut de Géographie tropicale, 92 p.
- Dabalem A. L. & Paul S. (2014). Effect of conflict on dietary diversity : Evidence from Côte d'Ivoire. *World Development*, 58 : 143 -158.
- Dajoz R. (2000). Précis d'Ecologie. 7ème édition, Dunod, Paris, 615 p.
- Day J.A., Stewart B.A. & De Moor I.J. (2001). Guide to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Crustacea ID: Bathynellacea, Amphipoda, Isopoda, Spelaeogriphacea, Tanaidacea, Decapoda. Rapport NTI 141/01 / Water Research Commission, South Africa, 4, 141 p.
- Day J.A., Stewart B.A. & De Moor I.J. (2003). Guide to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Diptera. Rapport NTI 201/02 / Water Research Commission, South Africa, 9, 200 p.
- Dejoux C. (1969). Les insectes aquatiques du lac Tchad - Aperçu systématique et bio-écologique. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 17: 900-906.
- Dien K.O. (2018). Occupation Humaine de la Reserve de Faune et de Flore du Haut Bandama : Diagnostic et Perspectives Pour une Gestion Durable. *European scientific journal*, 26 : 93-111.
- Dierl W. & Ring W. (1992). Guide des Insectes : Description, Habitat et Moeurs. Delachaux et Nestlé, Paris, 237 p.
- Diomandé O., Bony K. Y., Edia O.E., Konan F. K. & Gourène G. (2009). Diversité de macroinvertébrés benthiques de la rivière Agnéby (Côte d'Ivoire ; Afrique de l'Ouest). *European Journal of Scientific Research*, 35(3) : 368 -377.
- Dufrêne M. (1992). Biogéographie et écologie des communautés de Caradidae en Wallonie. Thèse de Doctorat, Université Catholique de Louvain, Belgique, 194 p.
- Dufrêne M. & Legendre P. (1997). Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67 : 345-366.
- Edia O.E. (2008). Diversité taxonomique et structure des communautés de l'entomofaune des rivières côtières Soumié, Eholié, Ehania, Noé (Sud-est, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 171 p.

- Elouard J.M. (1981). Diptères : caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes. *In* : Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique Sahelo soudanienne. Durand J. R. & Lévêque C. (Eds), Paris (France), 553-567.
- Fabio P., Njifonjou O., Assienan J., Kodjo A., Ndia Y., Salvati N. & Seghieri C. (2002). Profil de pauvreté des communautés riveraines du lac de Kossou en Côte d'Ivoire, Cotonou, Programme pour des Moyens d'Existence Durables dans la Pêche en Afrique de l'Ouest, PMEDP/RT/17, 90 p.
- Frontier S. (1983). Stratégies d'Echantillonnage en Ecologie. Masson, Paris, 494 p.
- Gagnon E. & Pedneau J. (2006). Surveillance Volontaire Benthos, guide du volontaire, programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau. CVRB, Québec, Canada, 25 p.
- Goaziou Y. (2004). Méthodes d'évaluation de l'intégrité biotique du milieu aquatique basées sur les macroinvertébrés benthiques. Rapport de stage - Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec , 157 p.
- Halle B., & Bruzon V. (2006). Profil environnemental de la Côte d'Ivoire. Rapport final. Consortium AGRIFOR consult. 127 p.
- Konan K.F., Bony K.Y., Adon M.P. & Potgieter J. (2015). Hydrobiological study of the Bandama Basin in Yaoure Gold Project's Area of Influence (Yaoure Gold Project, Côte d'Ivoire). Study report - Amara Mining Côte d'Ivoire SARL / Cabinet AMEC Foster Wheeler / Cabinet 2D Consulting Afrique, 99 p.
- Kouamé K.M. (2014). Diversité, structure et réponse fonctionnelle des macroinvertébrés à l'invasion du lac de Taabo (Côte d'Ivoire) par la jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms-Laubach, 1883. Thèse de doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 201 p.
- Kressou A., Bony K.Y., Allouko J.R. & Konan K. F. (2019a). Diversity and Distribution of Aquatic Snails in the Upper Bandama Fauna and Flora Reserve (North-center Côte d'Ivoire). *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 4(3): 378-382.
- Kressou A, Bony K.Y, Allouko J.R. & Djene K.R. (2019b). Biosedimentary index (IBS) and biological quality of the water courses in the upper Bandama fauna and flora reserve (North-center Côte d'Ivoire). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(6) : 330-335.
- Koumba M., Mipounga H.K., Koumba A.A., Koumba C.R.Z., Mboye B.R., Liwouwou J.F., Mbega J.D. & Mavoungou J.F. (2017). Diversité familiale des macroinvertébrés et

- qualité des cours d'eau du Parc National de Moukalaba Doudou (Sud-ouest du Gabon). *Entomologie Faunistique*, 70(1-3) : 107-120.
- Lee S.J., Park J.H. & Ro T.H. (2006). Ephemeropteran community structure and spatial stability of local populations of the major species group in the Keumho Berger. *Entomological Research*, 36 : 98-106.
- Lévêque C., Dejoux C. & Iltis A. (1983). Limnologie du fleuve Bandama, Côte d'Ivoire. *Hydrobiologia*, 100 : 113-141.
- Lévêque C. (1980). Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne, *In Aquatic animals*, Edition IRD, Paris : pp. 18-73.
- Manly B.F.J. (1994). *Multivariate Statistical Methods. A primer*. 2<sup>ème</sup> édition, Chapman & Hall, London, 215 p.
- Mary N. (2000). Guide d'identification des macro-invertébrés benthiques des rivières de la Nouvelle-Calédonie. Ministère de l'Environnement / Service de l'Eau (Paris) / Province Nord et Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Calédonie, 92 p.
- Mary N. (2002). Guide méthodologique en vue de la détermination de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie : l'échantillonnage de la faune benthique, Direction des affaires vétérinaires, alimentaires et rurales, observatoire de la ressource en eau, 25 p.
- Mazzella L., De Bortoli J. & Argillier C. (2009). Création d'un nouvel outil de bioindication basé sur les communautés d'invertébrés benthiques lacustres : méthodes d'échantillonnage et métriques candidates. Rapport d'avancement Cemagref, Aix-en-Provence, 9 p.
- MDDEFP. (2013). Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Ministère Du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs / Direction du suivi de l'état de l'environnement, Canada, 88 p.
- Moisan J. & Pelletier L. (2014). Réponses des macroinvertébrés benthiques à la contamination métallique Site minier de Notre Dame de Montauban, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 24 p.
- OIPR. (2015). Rapport d'activités trimestriel, Abidjan (Côte d'Ivoire), 15 p.
- OIPR. (2016). Manuel d'exécution des mesures riveraines, version définitive Abidjan (Côte d'Ivoire), 22 p.
- Philippeau G. (1992). Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales ? Service des Etudes Statistiques - ITCF, 63 p.

- Piélou E.C. (1969). An introduction to mathematical ecology. Wiley Intersciences, New York, 285 p.
- Poilecot P. (1996). Contribution aux monographies des parcs nationaux et Réserve de Côte d'Ivoire : éléments du milieu naturel des parcs nationaux de la Comoé, de la Marahoué, des Monts Péko et des Réserves du Haut Bandama et du Sanglé. Rapport inédit - WWF, Abidjan, 72 p.
- Quillevere. D. (1979). Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et vectorielles des membres du complexe *Sitniilium darnriosrmi* présent en Côte d'Ivoire. - *Trav. Doczmr. ORSTOM* : 304 p.
- Ramade F. (2003). Elément d'écologie *In* : Ecologie fondamentale. Dunos, Paris, 190 p.
- Rosa B.J.F.V., Rodrigues L.F.T., Da Gama Alves R. & De Oliveira G.S. (2014). Chironomidae and Oligochaeta for water quality evaluation in an urban river in southeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186 : 7771-7779.
- Sanogo S. & Kabre T.J.A. (2014). Dynamique de structuration spatio-temporelle des populations de familles de macroinvertébrés dans un continuum lac de barrage-effluent-fleuve issu de périmètre irrigué. Bassin de la Volta (Burkina Faso). *Journal of Applied Biosciences*, 78 : 6630 - 6645.
- Sanogo S., Kabre T.J.A. & Cecchi P. (2014). Inventaire et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés bioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(3), 1005-1029.
- Stals R. et De Moor I.J. (2007). Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Coleoptera. Rapport NTT 320/07 Water Research Commission, South Africa, 263 p.
- Salençon M.J. & Calmels P. (1994). Etude de la dynamique des masses d'eau du Lac de Pareloup par traçages. *Hydroécologie appliquée*, 6(12) : 19-58.
- Shannon C.E. & Weaver W. (1963). The mathematical theory of communication. Urbana University Press, Illinois, USA, 127 p.
- Shapiro S.S., Wilk M.B. & Chen H.J. (1968). A comparative study of various tests of normality. *Journal of the American Statistical Association*, 63 : 1343-1372.
- Soldner M., Stephen I., Ramos L., Angus R., Wells N.C., Grosso A. & Crane M. (2004). Relationship between macroinvertebrate fauna and environmental variables in small streams of the Dominican Republic. *Water Research*, 38 : 863-874.
- Tachet H., Bournaud M., Richoux P. & Usseglio-Polatera P. (2000). Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris, 588 p.

- Tachet H., Richoux P., Bourneau M. & Usseglio-Polatera P. (2003). Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris (France), 587 p.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2006). Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, 2ème Edition, Paris, 588 p.
- Tachet H., Usseglio-Polatera P., Richoux P. & Bournaud M. (2010). Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie, CNRS, Paris, 607 p.
- Ter Braak C.J.F. & Smilauer P. (2002). CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (Version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca (New York), 351 p.
- Traoré K. (1996). Etat des connaissances sur les pêcheries continentales ivoiriennes. Rapport de consultation. Projet FAO TCP/IVC/4553, IDESSA, Bouaké, Côte d'Ivoire, 50 p.
- Washington H.G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18 : 653-694.
- Wasson J.B., Chandesris A., Pella H., Blanc L., Villeneuve B. & Mengin N. (2002). Déterminations des valeurs de référence de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN). et propositions des valeurs limites du « Bon Etat ». Document de travail. CEMAGREF Groupement de Lyon, 82 p.
- Woodcock T.S. & Huryn A.D. (2007). The response of macroinvertebrate production to a pollution gradient in a headwater stream. *Freshwater biology*, 52 : 177-196.
- Yao S.S. (2006). Contribution à l'étude de la diversité biologique et de l'écologie alimentaire de l'ichtyofaune d'un hydrosystème ouest africain : Cas du bassin de la Comoé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 280 p.
- Zahradnik J. & Chvala M. (1991). La Grande Encyclopédie des Insectes. Collection Grund, Paris, 511 p.



**ANNEXES**

**Annexe 1 : Photographies de quelques Insectes d'eaux douces****Diptères****Coléoptères****Lépidoptères****Odonates****Orthoptères****Ephéméroptères****Hémiptères****Trichoptères****Hyménoptères**

Images présentant les dix ordres d'insectes rencontrés dans la Réserve de Faune et de Flore du Haut Bandama.

## **RESUME**

L'évaluation des impacts des activités anthropiques sur la qualité du fleuve Bandama dans la section de la Réserve du Haut-Bandama à partir de l'indice de tolérance à la pollution a été réalisée sur six stations, entre janvier 2018 et février 2019 et à raison de quatre campagnes d'échantillonnage par saison suivant les deux saisons climatiques de la région. La collète de l'entomofaune aquatique de la réserve a été réalisée à l'aide d'un filet troubleau et une benne Van Veen. Au total 127 taxons d'insectes repartis entre 53 familles et 10 ordres ont été inventoriés. Les Hémiptères (15 familles) sont apparus les plus diversifiés et abondants. Par ailleurs, trente-trois (33) taxons sont communs à l'ensemble des stations. L'évaluation de la qualité écologique des eaux aux stations d'échantillonnage à partir de l'indice de tolérance à la pollution a montré que les eaux du fleuve Bandama dans la Réserve sont de mauvaise qualité. Par conséquent, le fleuve Bandama dans sa section de la réserve devrait faire l'objet d'une biosurveillance, afin de mieux maîtriser les impacts des activités anthropiques présents et avenir.

**Mots-clefs** : Activités anthropiques, Réserve de Faune et Flore du Haut Bandama, Entomofaune, Qualité écologique, Indice de tolérance à la pollution.

## **ABSTRACT**

L'évaluation des impacts des activités anthropiques sur la qualité du fleuve Bandama dans la section de la Réserve du Haut-Bandama à partir de l'indice de tolérance à la pollution a été réalisée sur six stations, entre janvier 2018 et février 2019 et à raison de quatre campagnes d'échantillonnage par saison suivant les deux saisons climatiques de la région. La collète de l'entomofaune aquatique de la réserve a été réalisée à l'aide d'un filet troubleau et une benne Van Veen. Au total 127 taxons d'insectes repartis entre 53 familles et 10 ordres ont été inventoriés. Les Hémiptères (15 familles) sont apparus les plus diversifiés et abondants. Par ailleurs, trente-trois (33) taxons sont communs à l'ensemble des stations. L'évaluation de la qualité écologique des eaux aux stations d'échantillonnage à partir de l'indice de tolérance à la pollution a montré que les eaux du fleuve Bandama dans la Réserve sont de mauvaise qualité. Par conséquent, le fleuve Bandama dans sa section de la réserve devrait faire l'objet d'une biosurveillance, afin de mieux maîtriser les impacts des activités anthropiques présents et avenir.

**Keywords**: anthropogenic activities, Upper Bandama Fauna and Flora Reserve, entomofauna, ecological quality, pollution tolerance index.