



**UNIVERSITÉ  
JEAN LOROUGNON GUÉDÉ  
UFR ENVIRONNEMENT**

RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADÉMIQUE :  
2020-2021

N° D'ORDRE : 0465/2021

N° CARTE D'ÉTUDIANT :  
CI0415009626

## MASTER

**Production et valorisation des ressources aquacoles**

### THÈME :

**Dynamique spatio-temporelle des communautés  
de macroinvertébrés de la rivière Lobo (Centre-  
Ouest, Côte d'Ivoire)**

LABORATOIRE :  
BIODIVERSITE ET  
ECOLOGIE TROPICALE

Présenté par :

**KONAN Bohoussou Joël**

### JURY

Président : M. KONE Tidiani, Professeur Titulaire,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. ASSEMIAN N'Guessan Emmanuel, Maître de Conférences,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Encadreur : M. KOUAME Kouamé Martin, Maître Assistant,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Examineur : M. ALLOUKO Jean-Renaud, Maître Assistant,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Soutenu publiquement  
le : 14/10/2021



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 :

2020-2021

N° D'ORDRE : 0465/2021

N° CARTE D'ETUDIANT :

CI0415009626

# MASTER

**Production et Valorisation des Ressources Aquacoles**

**THÈME :**

**Dynamique spatio-temporelle des communautés  
de macroinvertébrés de la rivière Lobo (Centre-  
Ouest, Côte d'Ivoire)**

LABORATOIRE :

BIODIVERSITE ET  
ECOLOGIE TROPICALE

Présenté par :

**KONAN Bohoussou Joël**

**JURY**

Président : M. KONE Tidiani, Professeur Titulaire,

Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. ASSEMIAN N'Guessan Emmanuel, Maître de Conférences,

Université Jean Lorougnon Guédé

Encadreur : M. KOUAME Kouamé Martin, Maître-Assistant,

Université Jean Lorougnon Guédé

Examineur : M. ALLOUKO Jean-Renaud, Maître Assistant,

Université Jean Lorougnon Guédé

Soutenu publiquement

le : 14/10/2021

**DEDICACE**

Je dédie ce travail à :

- mon père KOUAKOU Konan et à ma mère KOFFI N'guessan pour tout leur amour et leur soutien,
- mes frères KONAN K. Bruno et KONAN K. Innocent et à mes sœurs KONAN A. Pélagie et KONAN A. Marguerite d'être toujours restés à mes côtés même dans les moments difficiles.

## **REMERCIEMENTS**

Ce mémoire de fin de cycle de Master en Production et Valorisation des Ressources Aquacoles (PVRA) est l'aboutissement de plusieurs mois de travail. Il n'aurait pas pu se dérouler sans le soutien de plusieurs personnes physiques et morales qu'il convient de remercier ici.

Nous voudrions exprimer toute nos gratitude à Madame la Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, le Professeur TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE, pour avoir autorisé notre inscription dans cette Université.

Nous voudrions adresser nos sincères remerciements au Vice-Président chargé de la pédagogie, de la recherche, de la vie universitaire et de l'innovation technologique de l'Université Jean Lorougnon Guédé, le Professeur KONE Tidiani, pour ses précieux conseils et pour avoir accepté de présider ce jury.

Nous voudrions dire un grand merci au Directeur de l'UFR-Environnement, le Professeur KOUASSI Kouakou Lazare, pour avoir accepté notre intégration au sein de ladite Unité de Formation et de Recherche.

Nous voudrions adresser de chaleureux remerciements au Directeur du laboratoire de biodiversité et écologie tropicale, le Professeur KOFFI Béné Jean-Claude, Professeur titulaire à l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour l'instauration d'un cadre de travail ayant permis le bon déroulement de ce mémoire.

Le témoignage de notre profonde gratitude et notre infinie reconnaissance vont à l'endroit du, Docteur ASSEMIAN N'Guessan Emmanuel, Maître de Conférences à l'Université Jean Lorougnon Guédé et Directeur scientifique de ce mémoire pour ses encouragements sans oublier sa grande contribution scientifique dans la rédaction de ce mémoire.

Nous aimerons exprimer ma grande estime et mes vifs remerciements au Docteur KOUAME Kouamé Martin, Maître Assistant à l'Université Jean Lorougnon Guédé pour avoir accepté d'encadrer ce travail et n'avoir ménagé aucun effort pour fournir la documentation pour l'identification des macroinvertébrés.

Nos remerciements vont également à l'endroit de Docteur ALLOUKO Jean-Renaud, Maître Assistant pour sa participation à ce jury en qualité d'examineur.

Nous voudrions remercier particulièrement le Responsable de la filière de production et valorisation des ressources aquacoles, Docteur BOUSSOU Koffi Charles, Maître de Conférences, pour ses paroles de motivation, ses conseils avisés et ses critiques qui ont permis d'améliorer ce document.

Nous sommes infiniment reconnaissant aux Docteurs KONE Mamadou et DJIRIEOULOU K. Claver, pour leur encouragement, et surtout leur inestimable contribution dans la production de ce mémoire.

Nous voudrions remercier particulièrement le Docteur ASSI S. Romuald, pour ses encouragements et ses paroles de motivation qui ont permis de réaliser ce travail.

Mes sincères remerciements aux doctorants AHOUTOU K. Mathias, AKATCHI A. Agnès, KOUADIO K. Antoine, DAGO Guy M. Gbalou, AKO Marie-Michael, pour leur aide inestimable lors des campagnes d'échantillonnages, pour leurs conseils avisés et aussi pour avoir usé de leur précieux temps pour suivre la réalisation de ce travail.

A nos amis de promotion, N'GUESSAN H. Martial, GNAMIEN Joris, BROU F. Jacob, TECTHI Odilon, KOUAKOU B. Ursula, SAHIE Ilah, KOUAME J. Karlos, TRAORE F., KOFFI K. Enoc, TCHOULAFOLO. K, je leur dis merci du fond du cœur pour leur soutien dans les moments difficiles, leurs encouragements, leurs contributions dans la réalisation de ce travail et leurs conseils.

Merci aux étudiants du Groupe de Recherche en Ingénierie Ecologique pour leur fraternité et surtout leurs critiques qui ont permis d'améliorer ce travail.

Merci à tous ceux ou celles, qui de près ou de loin nous ont apporté leur soutien et que j'aurais involontairement omis.

**TABLE DES MATIERES**

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS ..... iv

LISTE DES TABLEAUX ..... v

LISTE DES FIGURES ..... vi

LISTE DES ANNEXES ..... viii

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

1.1- Milieu d'étude ..... 3

1.1.1- Situation géographique du milieu d'étude ..... 3

1.1.2- Climat et pluviométrie ..... 4

1.1.3- Végétation ..... 4

1.1.4- Relief et sol ..... 4

1.1.5- Populations et activités économiques ..... 5

1.2- Macroinvertébrés aquatiques ..... 5

1.2.1- Définition et classification ..... 5

1.2.2- Ecologie des macroinvertébrés aquatiques ..... 5

1.2.3- Pertinence des macroinvertébrés dans l'évaluation de la qualité biotique des écosystèmes aquatiques ..... 6

1.2.4- Synthèse des travaux sur les macroinvertébrés en Côte d'Ivoire ..... 7

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

2.1- Matériel ..... 8

2.1.1- Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques ..... 8

2.1.2- Matériel d'échantillonnage des macroinvertébrés ..... 8

2.1.3- Matériel de laboratoire ..... 9

2.2- Méthodes ..... 9

2.2.1- Choix et description des stations d'échantillonnage ..... 9

2.2.2- Mesure des paramètres abiotiques du milieu ..... 14

2.2.3- Echantillonnage des macroinvertébrés ..... 14

2.2.4-Tri, identification et dénombrement des macroinvertébrés .....	15
2.2.5- Analyse du peuplement de macroinvertébrés et évaluation de la santé écologique .....	16
2.2.5.1- Diversité brute ou richesse taxonomique .....	16
2.2.5.2- Pourcentage d'occurrence .....	16
2.2.5.3- Abondance relative .....	17
2.2.5.4- Etude de la diversité des communautés .....	17
2.2.5.4.1- Indice de diversité de Shannon .....	17
2.2.5.4.2- Indice d'équitabilité (E) de Pielou .....	17
2.2.5.5- Indice FBI d'Hilsenhoff.....	18
2.2.6- Traitements statistiques des données .....	18
2.2.6.1- Analyses univariées .....	18
2.2.6.2- Analyses multivariées .....	19
<b>TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION</b>	
3.1- Résultats .....	20
3.1.1- Variation spatiale et temporelle des paramètres physico-chimiques de la rivière Lobo.....	20
3.1.1.1- Variation spatiale et saisonnière de la température.....	20
3.1.1.2- Variation spatiale et saisonnière du pH .....	20
3.1.1.3- Variation spatiale et saisonnière de l'oxygène dissous.....	21
3.1.1.4- Variation spatiale et saisonnière de la conductivité .....	21
3.1.1.5- Variation spatiale et saisonnière de la transparence .....	22
3.1.1.6- Variation spatiale et saisonnière de la profondeur .....	23
3.1.2- Composition et structure des communautés de macroinvertébrés de la rivière Lobo .....	24
3.1.2.1- Composition taxonomique et occurrence des communautés de macroinvertébrés .....	24
3.1.2.2- Analyse des occurrences des taxons .....	31

3.1.2.3- Variation spatio-temporelle de la composition taxonomique .....	31
3.1.2.4- Abondance des communautés de macroinvertébrés .....	32
3.1.2.4.1- Abondance globale des communautés de macroinvertébrés .....	32
3.1.2.4.2- Abondance des différents ordres d'insectes.....	33
3.1.2.4.3- Abondance relative des principales familles de macroinvertébrés recensées dans la rivière Lobo .....	33
3.1.2.4.4- Variation spatio-temporelle des groupes les plus abondants des communautés de macroinvertébrés .....	34
3.1.2.4.5- Variation spatiale des principaux ordres d'insectes.....	35
3.1.2.5- Paramètres environnementaux déterminant la répartition des principaux taxons de macroinvertébrés de la rivière Lobo.....	36
3.1.2.6- Analyse de la diversité .....	37
3.1.2.6.1- Variation spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité .....	37
3.1.2.6.2- Variation temporelle de l'indice de Shannon et de l'équitabilité .....	38
3.1.3- Qualité écologique de la rivière Lobo.....	38
3.2-Discussion .....	39
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	
REFERENCES	
ANNEXE	

**LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

CNRS	:	Centre National de la Recherche Scientifique
GPS	:	<i>Global Positioning Systems</i> (Systèmes de Positionnement Global)
OIPR	:	Office Ivoirien des Parcs et Réserves
PAST	:	<i>Paleontological Statistic</i> (Statistique Paléontologique)
pH	:	Potentiel d'Hydrogène
ACC	:	Analyse Canonique de Correspondances
SODECI	:	Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire

**LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau I** : Coordonnées des stations d'échantillonnage sur la rivière Lobo..... 11

**Tableau II** : Description des différentes stations d'échantillonnage ..... 11

**Tableau III** : Echelle d'interprétation de l'indice d'Hilsenhoff ..... 18

**Tableau IV** : Richesse taxonomique du peuplement de macroinvertébrés dans la rivière Lobo  
(Centre-Ouest de la Côte-d'Ivoire) et leurs occurrences ..... 26

**Tableau V** : Valeurs de l'indice d'Hilsenhoff obtenue à chaque station de la rivière et leur  
qualité écologique correspondante..... 39

**LISTE DES FIGURES**

**Figure 1** : Carte du bassin versant de la rivière Lobo (source : Deguy *et al.*, 2018)..... 3

**Figure 2** : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 2007 à 2017 (SODEXAM, 2017)..... 4

**Figure 3** : Appareils de mesure des paramètres physico-chimiques. .... 8

**Figure 4** : Matériel d'échantillonnage des macroinvertébrés..... 9

**Figure 5** : Matériel de laboratoire..... 9

**Figure 6** : Carte du bassin versant de la Lobo présentant les stations d'échantillonnages..... 10

**Figure 7** : Vue partielle des différentes stations d'échantillonnage ..... 12

**Figure 8** : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la température des eaux de la rivière Lobo..... 20

**Figure 9** : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) du pH des eaux de la rivière Lobo .... 21

**Figure 10** : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l'oxygène dissous des eaux de la rivière Lobo ..... 21

**Figure 11** : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la conductivité des eaux de la rivière Lobo..... 22

**Figure 12** : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la transparence des eaux de la rivière Lobo..... 23

**Figure 13** : Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la profondeur des eaux de la rivière Lobo..... 23

**Figure 14** : Camemberts présentant le nombre de taxons des groupes de macroinvertébrés (A) et des ordres d'insectes aquatiques (B) récoltés dans la rivière Lobo (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire) de Novembre 2018 à Septembre 2019 ..... 25

**Figure 15** : Proportion (en %) des catégories de taxons définies sur la base de l'occurrence en fonction des stations d'échantillonnages de macroinvertébrés de la rivière ..... 31

**Figure 16** : Variation spatiale (A) et temporelle (B) de la richesse taxonomique de macroinvertébrés de la rivière Lobo ..... 32

**Figure 17** : Camemberts présentant les abondances globales des différents groupes de macroinvertés de la rivière Lobo (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire) de Novembre 2018 à Septembre 2019 ..... 32

**Figure 18** : Camemberts présentant les abondances relatives des ordres d'insectes de la rivière Lobo (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire) de Novembre 2018 à Septembre 2019 33

**Figure 19** : Camemberts présentant les abondances relatives des principales familles de macroinvertébrés récoltés sur la rivière Lobo ..... 34

<b>Figure 20</b> : Variation spatiale des groupes les plus abondants des communautés de macroinvertébrés récoltés sur la rivière Lobo .....	34
<b>Figure 21</b> : Variation saisonnière des principaux groupes les plus abondants des communautés de macroinvertébrés de la rivière Lobo .....	35
<b>Figure 22</b> : Variation spatiale des abondances des principaux ordres d'insectes .....	36
<b>Figure 23</b> : Analyse canonique de correspondances (ACC) des principaux taxons de macroinvertébrés de la rivière Lobo et des variables environnementales. ....	37
<b>Figure 24</b> : Variation spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité sur la rivière Lobo ...	37
<b>Figure 25</b> : Variation saisonnière de l'indice de Shannon et d'équitabilité sur la rivière Lobo	38

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe : Valeur de la tolérance des différentes familles d'arthropodes

# **INTRODUCTION**

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (Ouattara, 2016). Ils jouent un rôle essentiel dans la conservation de la biodiversité, le fonctionnement des organismes et dans le cycle de la matière organique (Lamizana-Diallo *et al.*, 2008 ; Haouchine, 2011 ; Agbani, 2013). Ainsi, le maintien de la qualité de ces cours d'eau doit être une préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants, tant du point de vue quantitatif que qualitatif (Sanogo *et al.*, 2014). Pourtant, les hydrosystèmes sont de plus en plus confrontés à une dégradation continue due surtout aux pressions anthropiques et aux aléas climatiques dans les pays en développement (Amani & Barmo, 2010). En effet, avec la croissance démographique galopante et les exigences du développement économique que connaissent ces pays, les ressources en eau sont de plus en plus soumises à une forte pression liée aux activités humaines (Adjagodo *et al.*, 2016). Ces activités sont entre autres, l'utilisation des pesticides et engrais chimiques, l'agriculture, la pêche artisanale, l'élevage, l'industrie et le transport. Selon Sadat *et al.* (2011) et Ben *et al.* (2014), ces activités anthropiques associées à celles des processus naturels (érosion des sols, précipitation, évaporation, ruissellement des eaux fluviales, variation climatique) accélèrent la dégradation des ressources en eau de surface. Celles-ci entraînent la régression d'espèces, la diminution des stocks de poissons, l'épuisement des eaux souterraines et la dégradation de la qualité écologique. Pourtant, des aménagements sont parfois réalisés sur ces cours d'eaux pour plusieurs usages comme l'adduction en eau potable des populations (Lamizana-Diallo *et al.*, 2008 ; Agbani, 2013).

C'est le cas de la rivière Lobo utilisée par la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI) pour l'alimentation en eau de la population de la commune de Daloa et certains villages environnants. Cependant, L'intensification des activités agricoles, l'urbanisation galopante sur le bassin versant de la Lobo sont des facteurs favorables aux phénomènes d'érosion et d'apports en éléments nutritifs. Or, selon Grogga *et al.* (2017), ces phénomènes influencent négativement non seulement la qualité écologique de l'hydrosystème mais aussi les communautés biologiques en particulier les algues planctoniques et les macroinvertébrés benthiques. Par conséquent, il est nécessaire de connaître son état de santé actuelle et de trouver des méthodes efficaces de surveillance de ce cours d'eau afin d'assurer une exploitation durable. Pour Haouchine (2011), l'étude des macroinvertébrés est d'une importance primordiale pour la compréhension du fonctionnement et l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes dans un contexte de pression multiple. Cette surveillance se fait à travers des méthodes fiables, adéquates et peu coûteuses comme les indicateurs

biologiques (Ben *et al.*, 2014). Parmi ces bioindicateurs, les macroinvertébrés constituent les organismes les plus couramment utilisés pour la biosurveillance et l'évaluation de l'état de santé global des systèmes aquatiques (Ben *et al.*, 2014 ; Camara *et al.*, 2014 ; Sanogo *et al.*, 2014). Ces organismes sont, par définition, des invertébrés, visibles à l'œil nu, qui vivent dans le fond d'un cours d'eau ou qui ne s'en éloignent que de peu durant la majeure partie de leur vie (Moisan & Pelletier, 2008). En effet, en raison de leur sédentarité, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation des milieux humides, ces organismes sont de bons outils d'évaluation de la qualité des eaux des systèmes aquatiques (Moisan & Pelletier, 2010 ; Ben Moussa *et al.*, 2014 ; Camara *et al.*, 2014).

En Côte d'Ivoire, de nombreuses études ont été réalisées sur la macrofaune de certaines rivières (Diomandé *et al.*, 2009, Camara *et al.*, 2012). Mais aucune étude concernant l'utilisation de ces organismes dans la surveillance de l'intégrité de la rivière Lobo n'a encore été menée.

Cette étude, qui s'inscrit dans le cadre du projet intitulé élaboration d'un modèle de gestion intégrée des ressources en eau pour l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable de la Commune de Daloa, a pour but d'évaluer la qualité écologique de la rivière Lobo à travers les macroinvertébrés aquatiques afin de contribuer à sa préservation.

Pour atteindre cet objectif général, les objectifs spécifiques suivants ont été fixés :

- (i) Caractériser la variation spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques de la rivière Lobo ;
- (ii) Déterminer la composition et la structure du peuplement de macroinvertébrés de la rivière ;
- (ii) Diagnostiquer l'état de santé écologique de la rivière Lobo à partir de l'indice d'Hilsenhoff.

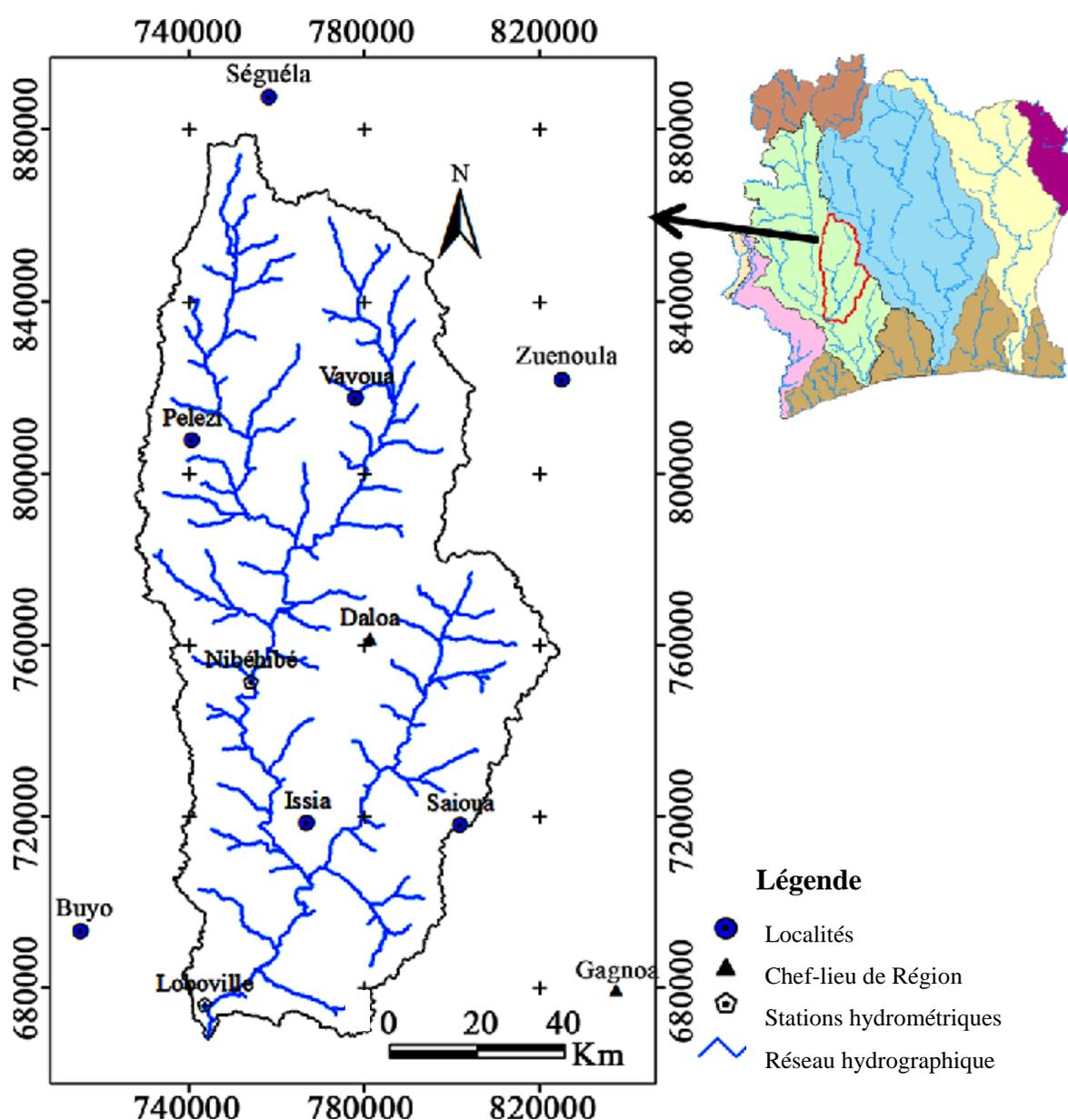
Le travail s'articule autour de trois parties. Après une introduction, on a la première partie qui porte sur les généralités. Le matériel et les méthodes utilisés pour l'étude ont été mis en évidence dans la deuxième partie. La troisième partie a présenté les résultats qui sont par la suite discutés. Le mémoire s'achève par une conclusion et des perspectives.

# **PREMIERE PARTIE : GENERALITES**

## 1.1- Milieu d'étude

### 1.1.1- Situation géographique du milieu d'étude

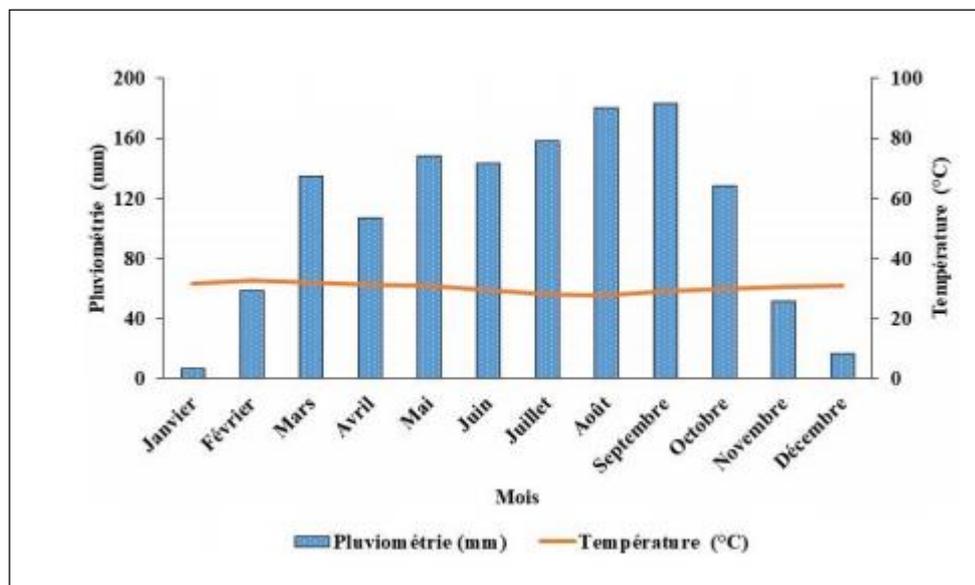
La rivière Lobo est l'un des principaux affluents en rive gauche du fleuve Sassandra (Die, 2006). Son bassin hydrographique est situé au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire entre  $6^{\circ}2$  et  $7^{\circ}55$  de Longitude Ouest et  $6^{\circ}02$  et  $6^{\circ}55$  de Latitude Nord (Deguy *et al.*, 2018) (Figure 1). Elle prend sa source au sud du département de Séguéla, drainant une superficie de 12 745 km<sup>2</sup> et parcourt 355 km. Elle se jette dans le fleuve Sassandra non loin de Loboville dans la région de Nawa (Deguy *et al.*, 2018). Cet espace géographique couvre trois principaux départements (Daloa, Issia et Vavoua) avec Daloa comme Chef-lieu de Région (Die, 2006).



**Figure 1 :** Carte du bassin versant de la rivière Lobo (source : Deguy *et al.*, 2018)

### 1.1.2- Climat et pluviométrie

Le climat du bassin est de type équatorial de transition atténué caractérisé par une saison pluvieuse de Mars à Octobre et une saison sèche de Novembre à Février à faible variation de température (Affoué *et al.*, 2016). La pluviométrie est comprise entre 1000 et 1500 mm/an avec une température moyenne de 25° C (Affoué *et al.*, 2016) (Figure 2).



**Figure 2** : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 2007 à 2017 (SODEXAM, 2017)

### 1.1.3- Végétation

Le paysage du bassin est composé de forêt dense humide semi-décidue à forêt défrichée mésophile avec une évolution régressive. Cette régression de la forêt est accélérée par les activités humaines et les phénomènes de ruissellement. Les pratiques extensives et itinérantes, l'exploitation non contrôlée des essences forestières ont notamment fait les limites de cette forêt de la région (Die, 2006).

### 1.1.4- Relief et sol

Le relief du bassin, peu contrasté et peu varié est dominé par les plateaux variant de 160 à 480 m d'altitude (Brou, 2005). Les formations géologiques qui couvrent le bassin sont dominées essentiellement par trois entités géologiques, à savoir les granites, auxquels s'ajoutent quelques intrusions de schiste et de flysch qui se retrouvent à certains endroits (Affoué *et al.*, 2016). Ces formations géologiques sont recouvertes par des sols essentiellement ferrallitiques moyennement dénaturés, constitués de sables et d'argiles.

### **1.1.5- Populations et activités économiques**

La population du bassin est estimée à 905 553 habitants soit une densité de 72 habitants au Kilomètres carré (Affoué *et al.*, 2016). Cette population très hétérogène, est composée d'autochtones, d'allochtones et de nombreux allogènes. Les autochtones sont les Bétés et les Guérés. Les allochtones sont composés de Yacoubas, Baoulés, Malinkés, Sénoufos. Les allogènes sont constitués des Burkinabés (les plus nombreux), des Maliens, des Guinéens et des Libériens.

Les activités économiques sur le bassin de la Lobo reposent essentiellement sur l'agriculture dominée par les cultures de rente (café, cacao, l'hévéa et le palmier à huile). Les cultures vivrières sont dominées par le riz, le manioc, L'igname, la banane plantain et les maraîchères. Dans l'ensemble, le bassin versant de la Lobo dispose de nombreux bas-fonds partiellement aménagés et favorable à la riziculture irriguée. Il y a aussi l'élevage de porcs, de volailles modernes, de bovins et des ovins.

## **1.2- Macroinvertébrés aquatiques**

### **1.2.1- Définition et classification**

Les macroinvertébrés aquatiques sont des organismes qui vivent dans le fond d'un cours d'eau ou qui ne s'en éloignent peu durant la majeure partie de leur vie (Djemali & Rahal, 2019). Dépourvus de colonne vertébrale, ils sont visibles à l'œil nu et la taille en fin de développement larvaire ou au stade imaginal, est rarement inférieure au millimètre (Cabioc'h *et al.*, 1992 ; Tauzin, 2008). Leur Habitat est fait de matière submergée comme de la litière, des branches, des débris de bois et des algues (Tauzin, 2008). On retrouve dans cette catégorie les larves d'insectes aquatiques, quelques insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers. Les principaux ordres d'insectes aquatiques appartenant à cette catégorie d'organismes sont les suivants : Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (Gagnon & Pedneau, 2006).

### **1.2.2- Ecologie des macroinvertébrés aquatiques**

La répartition des macroinvertébrés aquatiques est liée en grande partie à des facteurs environnementaux (Benbow *et al.*, 2003). En effet, certains macroinvertébrés aquatiques sont des organismes poïkilothermes, donc leur température corporelle varie fortement en fonction de celle de l'environnement (Firmignac & Lascaux, 2008). Ces organismes sont donc très dépendants de la température de leur milieu de vie car elle conditionne leur cycle biologique (développement des œufs, croissance des larves). L'anoxie des eaux, la nature des plantes aquatiques et la granulométrie des substrats sont aussi des facteurs importants. Par exemple on

note que les abondances les plus fortes en organismes sont retrouvées sur des sédiments fins et riches en débris. Les espèces les plus tolérantes aux conditions d'anoxie sont les oligochètes et les chironomes car ils ont développé un pigment rouge ressemblant à l'hémoglobine, leur permettant de survivre même avec de faible quantité d'oxygène (Vergon & Bourgeois, 1993).

Dans les cours d'eau, la vitesse de courant est un facteur important car elle conditionne le transport des nutriments, le renouvellement de l'oxygène et la dérive des insectes (Tachet *et al.*, 2000). Les organismes benthiques vivant en relation permanente avec le substrat sont en grande majorité sédentaires. Du fait de leur mobilité réduite, ils subissent donc directement l'influence des conditions écologiques au lieu considéré y compris les perturbations d'origine anthropique et sont de bons témoins des changements des conditions de l'environnement (Foveau, 2009).

La disponibilité et la diversité des biotopes sont des facteurs majeurs qui déterminent la présence de ces organismes dans une rivière et peut contribuer à la variation de la composition de la communauté (Moisan & Pelletier, 2008). Les différents biotopes comprennent la végétation, les pierres, le gravier, le sable et la boue.

### **1.2.3- Pertinence des macroinvertébrés dans l'évaluation de la qualité biotique des écosystèmes aquatiques**

Les perturbations des écosystèmes aquatiques se ressentent très souvent au niveau des communautés biologiques (Moisan et Pelletier, 2008). Ainsi, la surveillance de l'intégrité de ces écosystèmes s'est beaucoup basée aujourd'hui sur des mesures relatives aux communautés biologiques en place, et notamment les macroinvertébrés. Ces organismes diversement répandus au niveau des différentes strates de l'eau se caractérisent par leur polluo-sensibilité différentielle ; caractère utilisé en bioindication des écosystèmes aquatiques.

Les macroinvertébrés sont relativement sédentaires, ce qui en fait de bons témoins des conditions locales (Camargo *et al.*, 2004). Leur mobilité limitée les empêchant de fuir les perturbations, leur permet de donner une illustration fiable des conditions du site où ils se sont développés et où ils ont été récoltés. Aussi la structure des assemblages de macroinvertébrés change lorsque leur environnement subit une perturbation, ce qui permet une meilleure caractérisation de la distribution spatio-temporelle de la pollution (Moisan & Pelletier, 2008). En outre, les peuplements se composant de multiples espèces, ont des sensibilités spécifiques et des réponses différentes aux perturbations, leur structure reflète directement le stress subi par les organismes. Contrairement aux analyses chimiques, on peut détecter à l'aide des macroinvertébrés benthiques des perturbations qui ont eu lieu même si elles ne sont plus

présentes au moment de l'échantillonnage (Chessman, 1995). L'étude des macroinvertébrés est donc une méthode complémentaire pour en arriver à un diagnostic global des perturbations subis par les écosystèmes aquatiques (Hébert & Légaré, 2000).

Pour représenter des aspects structurels et fonctionnels de la communauté, de même que la tolérance des macroinvertébrés face à la pollution, plusieurs données métriques peuvent être estimées. Les données métriques les plus utilisées sont la diversité, la richesse, les espèces dominantes, le pourcentage des groupes taxonomiques et trophiques et un indice biotique pour la tolérance (Hilsenhoff, 1988 ; Camargo *et al.*, 2004).

#### **1.2.4- Synthèse des travaux sur les macroinvertébrés en Côte d'Ivoire**

Les études des communautés de macroinvertébrés aquatiques des hydrosystèmes ivoiriens sont relativement récentes. Il s'agit entre autres des travaux de Diomandé (2001), Diétoa (2002), Bony (2007), Edia *et al.* (2007), Camara *et al.* (2012), Yapo (2013), Kouamé (2014). Les travaux de Diomandé (2001) et Diétoa (2002) ont porté sur les macroinvertébrés des rivières Bia et Agnéby ; ceux de Bony (2007) ont concernés les Mollusques des rivières Agnéby et Mé. Edia *et al.* (2007) ont travaillé sur l'entomofaune des rivières côtières Soumié, Eholié, Ehania et Noé. Les études faites par Camara *et al.* (2012) concernent les macroinvertébrés de la rivière du Banco. Celles de Yapo (2013) ont porté sur l'entomofaune des étangs des fermes piscicoles de la Côte d'Ivoire. Les travaux de Kouamé (2014) portent sur la diversité, structure et réponse fonctionnelle des macroinvertébrés à l'invasion du lac de Taabo par la jacinthe d'eau.

Ainsi, les résultats obtenus par ces auteurs sont les suivants :

- Edia *et al.* (2007) ont obtenu 68 taxons et 34 familles,
- Diomandé (2001) et Diétoa (2002) ont obtenu respectivement 60 taxons et 30 familles et 35 taxons et 20 familles,
- Camara *et al.* (2012) ont obtenu 118 taxons et 67 familles,
- Yapo (2013) a obtenu 35 taxons et 21 famille,
- Kouamé (2014) a obtenu 98 taxons et 68 familles.

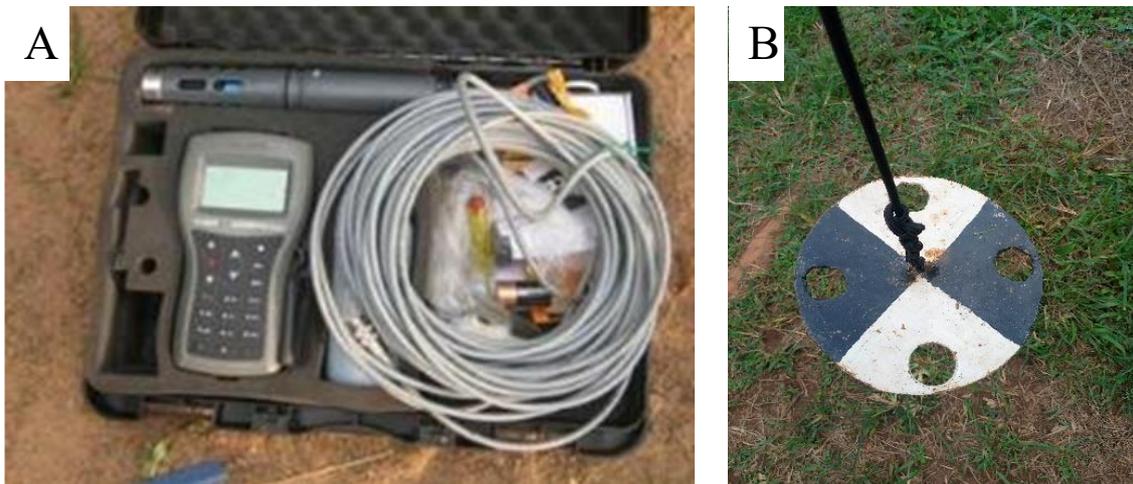
**DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET  
METHODES**

## 2.1- Matériel

### 2.1.1- Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques

Pour la détermination des paramètres physico-chimiques des eaux aux différentes stations, le matériel ci-dessous a été utilisé (Figure 2) :

- un multi-paramètre de marque *HANNA-HI9820* a été utilisé pour la mesure du pH, de la conductivité, de la température et de l'oxygène dissous (Figure 2-A) ;
- un disque de Secchi a été utilisé pour la mesure de la transparence de l'eau (Figure 2-B) ;
- une corde graduée lestée a été utilisée pour mesurer la profondeur de l'eau dans les différentes stations.



**Figure 3 :** Appareils de mesure des paramètres physico-chimiques.

A - Multi-paramètre ; B- Disque de secchi

### 2.1.2- Matériel d'échantillonnage des macroinvertébrés

L'échantillonnage des macroinvertébrés aux différentes stations a été réalisé à l'aide de :

- une benne van veen en acier inoxydable, pour le prélèvement du benthos (Figure 3-A) ;
- un filet troubleau d'une ouverture 15x30 cm et de 250  $\mu\text{m}$  de vide de mailles pour l'échantillonnage des macroinvertébrés de surface et pélagique (Figure 3-B) ;
- un tamis rectangulaire de dimensions 40x30 cm et de vide de maille 1 mm (Figure 3-C) a servi pour le rinçage des macroinvertébrés *in situ* ;
- piluliers auxquels ont été ajoutés de l'alcool 70 % pour la conservation et la fixation des échantillons.



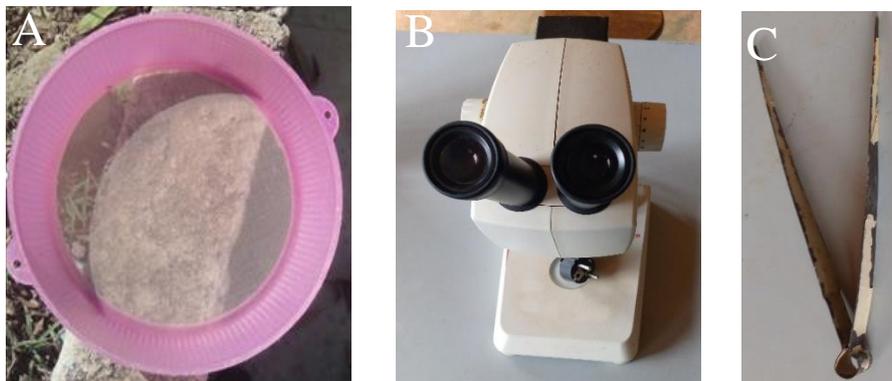
**Figure 4 :** Matériel d'échantillonnage des macroinvertébrés

A- Benne Van veen ; B- filet troubleau ; C- Tamis rectangulaire

### 2.1.3- Matériel de laboratoire

Au laboratoire, le matériel utilisé est constitué de :

- un tamis circulaire de 10 cm de diamètre et de 1 mm de vide de mailles (Figure 4-A) et un bac à fond blanc ont servi pour le rinçage des échantillons ;
- une loupe binoculaire de marque *LEICA EZ4* a été utilisée pour le tri des échantillons, l'identification et le dénombrement des spécimens (Figure 4-B) ;
- une pince entomologique a été utilisée pour la récupération des organismes (Figure 4-C).



**Figure 5 :** Matériel de laboratoire

A- Tamis circulaire ; B- Loupe binoculaire ; C- pince entomologie

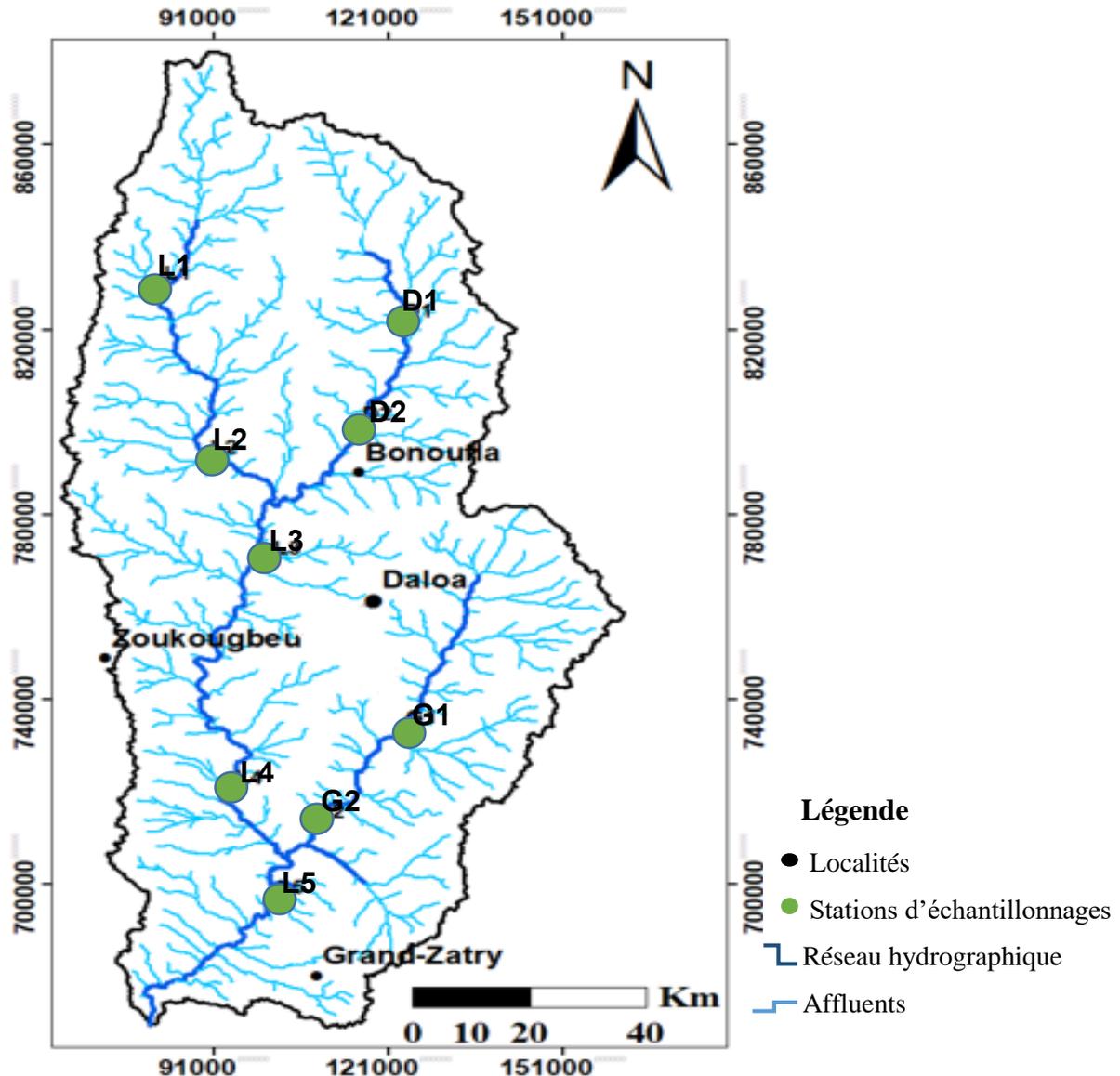
## 2.2- Méthodes

### 2.2.1- Choix et description des stations d'échantillonnage

Neuf (09) stations ont été définies en suivant le gradient longitudinal du bassin de la rivière Lobo allant du cours supérieur vers le cours inférieur (Figure 5). Parmi les neuf (09) stations définies, cinq (05) (L1, L2, L3, L4 et L5) sont situées sur le lit principal de la rivière et quatre (04) (D1, D2, G1 et G2) situées sur les deux (02) affluents majeurs (Dé et Goré) de la rivière. Le choix des différentes stations a été fait sur la base de la facilité d'accès et la présence ou non des activités anthropiques auxquelles ils étaient assujettis (Figure 6). Avant la mesure

des paramètres abiotiques et l'échantillonnage des macroinvertébrés, les stations ont été d'abord géoréférencées à l'aide d'un GPS et décrites. Les coordonnées de chaque station sont enregistrées dans le Tableau I, et leurs descriptions sont renseignées dans le Tableau II.

Cette étude s'est réalisée entre novembre 2018 et septembre 2019 à un rythme saisonnier (novembre à février pour la saison sèche et mars à septembre pour la saison pluvieuse). Ainsi, cinq (05) campagnes ont été effectuées dont deux (02) en saison sèche et trois (03) en saison pluvieuse.



**Figure 6 :** Carte du bassin versant de la Lobo présentant les stations d'échantillonnages

L1, L2, L3, L4, L5, D1, D2, G1 et G2 : Stations d'échantillonnages

**Tableau I** : Coordonnées des stations d'échantillonnage sur la rivière Lobo

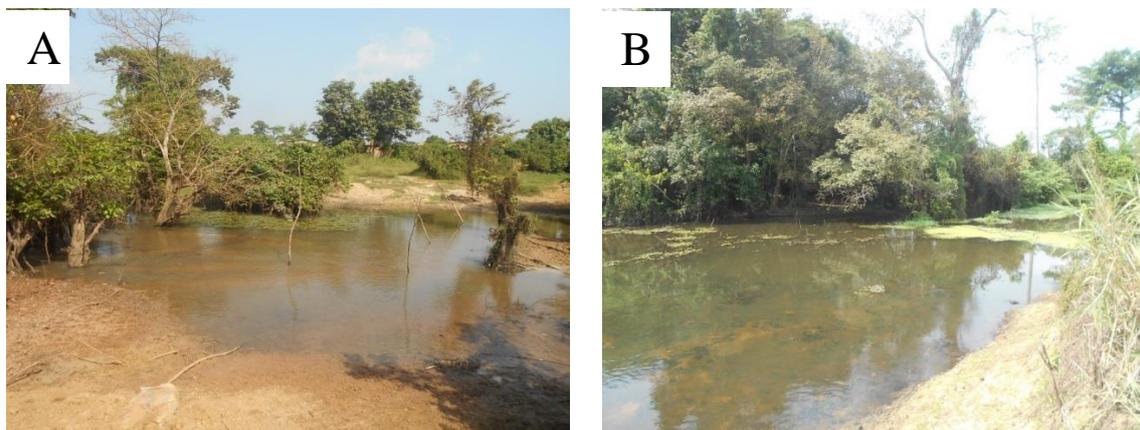
Stations	Codes	Types de milieux	Coordonnées GPS en UTM	
			Longitudes	Latitudes
Mignoré	L1	Lit principal	744607	828060
Babo	L2	Lit principal	753022	790534
SODECI	L3	Lit principal	764174	7688959
Dobia	L4	Lit principal	758165	719213
Roa	L5	Lit principal	767453	694630
Pk11	D1	Affluent	785673	820505
Bahoulifla	D2	Affluent	779066	798158
Gogoguhé	G1	Affluent	787158	732716
Depa	G2	Affluent	771588	712232

**Tableau II** : Description des différentes stations d'échantillonnage

Stations	Observation des stations
L 1	Située au cours supérieur sur le lit principal, à proximité d'un pont et non loin d'un village ; Présence de végétaux aquatiques ; Présence de végétaux autour du cours d'eau ; Quelques arbres situés dans le cours d'eau ; Canopée fermée à 70% ; Lieu d'abreuvoir des bovins ; Présence de déchet d' animaux.
L 2	Située sur le lit principal, à proximité d'un pont ; Présence de végétaux aquatiques ; Présence de végétaux autour du cours d'eau ; Quelques arbres situés dans le cours d'eau ; Canopée ouvert à 30% ; Lieu d'abreuvoir des bovins ; Présence de déchet d'animaux.
L 3	Pratique de la pêche; Présence de végétaux aquatiques ; Présence de pont, Présence de végétaux autour du cours d'eau ; Présence de déchet d' animaux ; Lieu d'abreuvoir d'animaux ; Canopée ouvert 70%

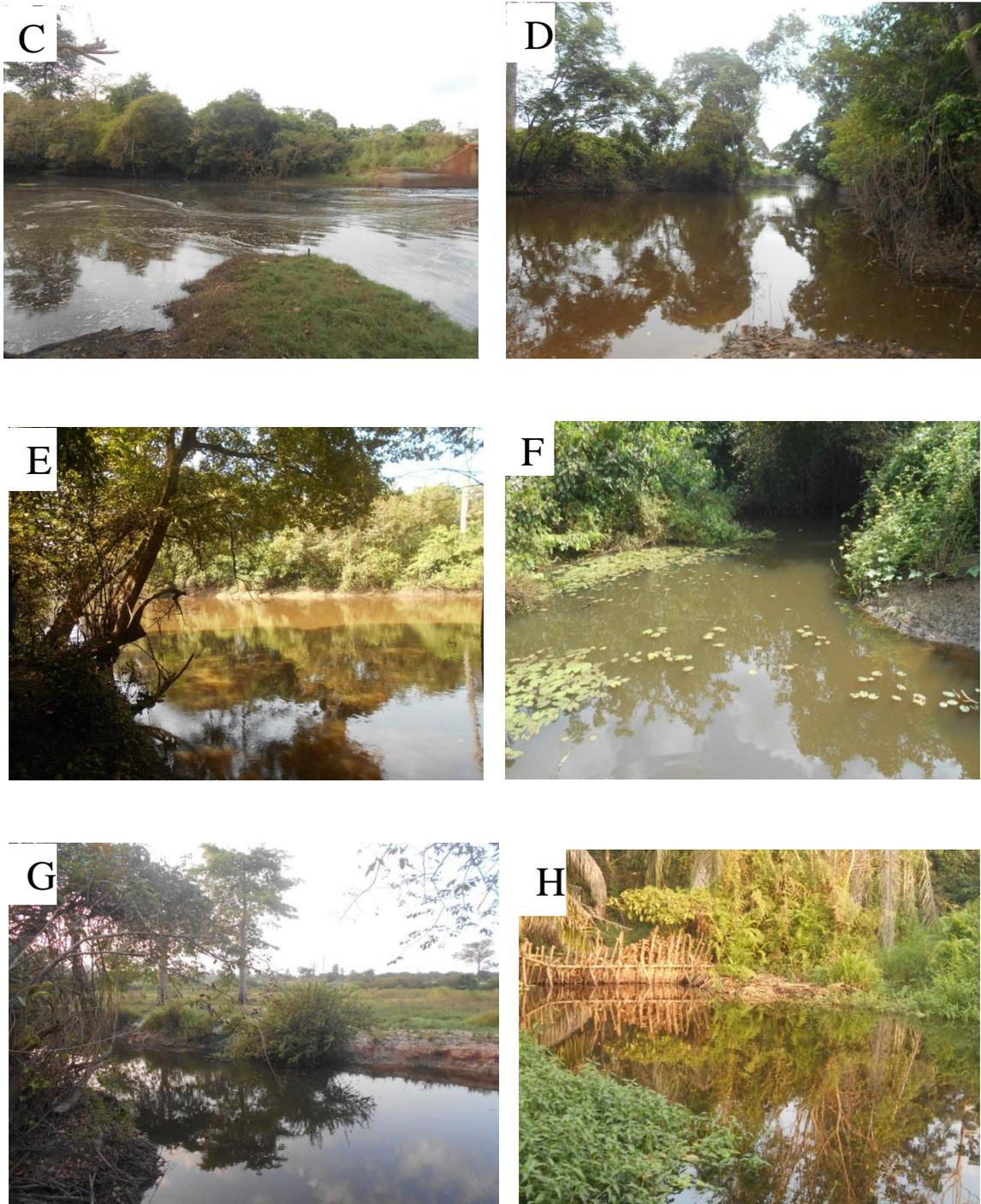
**Tableau II** (Suite et fin) : Description des différentes stations d'échantillonnage

Stations	Observation des stations
L 4	Canopée fermée à 60% ; Présence habitation près du cours d'eau ; Présence de pont ; Présence de végétaux et d'arbre autour du cours d'eaux ; Déchet d' animaux dans le cours d'eau ; Lieu d'abreuvoir d'animaux, Lieu de baignade et de pêche.
L 5	Champs d'hévéa aux alentours du cours d'eau ; Présence de végétaux et d'arbre autour du cours d'eaux , Canopée ouvert 50%
D 1	Présence de végétaux aquatiques ; Présence de pont ; Présence de végétaux autour du cours d'eau ; Canopée ouvert à 80% ; Présence de déchets d' animaux, Lieu d'abreuvoir d'animaux ; Culture vivrière près du cours d'eau.
D 2	Présence de végétaux aquatiques ; Présence de pont ; Présence de végétaux autour du cours d'eaux , Canopée ouvert à 80% ; Déchet d' animaux et abreuvoir d'animaux, Culture vivrière près du cours d'eau.
G 1	Présence de pont ; Lieu de pêche ; Présence de végétaux dans l'eau et en bordure de l'eau ; canope fermée 80%.
G 2	Canopée fermée à 90% ; Non loin d'une habitation ; Présence de pont ; Présence de végétaux et de gros arbre autour du cours d'eaux ; Présence de champ de palmier à huile.



**Figure 7** : Vue partielle des différentes stations d'échantillonnage

A : Station L1 ; B : Station L2 ; C : Station L3 ; D : Station L4 ; E : Station 5 ;  
 F : Station D1 ; G : Station D2 ; H : Station G1 ; I : Station G2



**Figure 7** (suite) : Vue partielle des différentes stations d'échantillonnage

A : Station L1 ; B : Station L2 ; C : Station L3 ; D : Station L4 ; E : Station 5 ;  
F : Station D1 ; G : Station D2 ; H : Station G1 ; I : Station G2



**Figure 7** (suite et fin) : Vue partielle des différentes stations d'échantillonnage

A : Station L1 ; B : Station L2 ; C : Station L3 ; D : Station L4 ; E : Station 5 ;  
F : Station D1 ; G : Station D2 ; H : Station G1 ; I : Station G2

### 2.2.2- Mesure des paramètres abiotiques du milieu

Tous les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés *in situ* aux différentes stations. Les paramètres physico-chimiques tels que le pH, la température, l'oxygène dissous et la conductivité ont été mesurés à l'aide du multi-paramètre. Ainsi, les sondes de cet appareil préalablement calibrées ont été immergées dans l'eau, puis la sélection de la fonction désirée permet d'obtenir la valeur stabilisée du paramètre sur l'écran d'affichage.

Concernant la mesure de la transparence, le disque de Secchi a été immergé perpendiculairement de la surface de l'eau jusqu'à ce qu'il disparaisse complètement. Ensuite, il a été remonté jusqu'à ce qu'il réapparaisse et la profondeur à laquelle il réapparaît a été mesurée pour obtenir la transparence.

Relativement à la profondeur, à chaque point d'échantillonnage, la corde a été descendue verticalement jusqu'à toucher le fond de l'hydrosystème ; la profondeur correspond à la longueur de la corde immergée.

Dans cette étude, les données des paramètres physico-chimiques déterminées aux différentes stations ont été analysées en considérant leurs variations selon les stations et les saisons (saison pluvieuse et saison sèche).

### 2.2.3- Echantillonnage des macroinvertébrés

Les macroinvertébrés ont été échantillonnés suivant la méthode SASS (South African Scoring System) (Dickens & Graham, 2002). Les macroinvertébrés pélagiques et de surface ont été prélevés à l'aide du filet troubleau. L'échantillonnage a été réalisé en submergeant le filet et le trainé dans la colonne d'eau sur une distance de 2 m pendant 2 minutes et à contre-courant dans les parties lotiques. Le contenu du filet a été renversé dans un tamis de 1 mm de vide de

maille pour être trié. Les larges pièces de végétaux ont été soigneusement lavées et extraites. En revanche, le matériel végétal de fine taille et les détritiques ont été transférés dans des piluliers et fixés avec de l'alcool 70 %. Trois répétitions de filet troubleau ont été effectuées à chaque station et à chaque campagne d'échantillonnage.

Pour prélever le benthos, la benne van veen préalablement armée a été descendue à un rythme lent et régulier jusqu'au fond de l'eau. La corde de la Benne a été maintenue le plus verticalement possible pour assurer la mise en place et la levée de la benne à un angle plus ou moins droit par rapport au fond. Une fois les mâchoires de la Benne en contact avec le fond, elles se referment automatiquement en emprisonnant le sédiment. La corde a été ensuite tirée pour faire sortir la Benne de l'eau. A la sortie de l'eau, le contenu de la benne a été lavé sur un tamis. Le refus du tamis a été conservé dans des piluliers, puis fixé avec l'alcool à 70 %. Six coups de benne ont été effectués à chaque station et à chaque campagne d'échantillonnage. Chaque pilulier contenant les échantillons a été soigneusement étiqueté (date, station) et rangé pour être par la suite trié, identifié et dénombré en laboratoire.

#### **2.2.4-Tri, identification et dénombrement des macroinvertébrés**

Les échantillons conservés dans des piluliers étiquetés ont été rincés abondamment sur un tamis circulaire de 1 mm de vide de maille (Laine, 2003 ; Ysebaert *et al.*, 2003) afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers. Le contenu du tamis a été versé dans un bac à fond blanc. Par la suite, les organismes ont été triés dans une boîte de pétri à l'aide de la pince entomologique sous la loupe binoculaire (grossissement 40x). Les différents spécimens obtenus ont été identifiés et dénombrés.

L'identification des organismes a été faite jusqu'au niveau taxonomique le plus bas possible en combinant les clés d'identification de Dejoux *et al.* (1983), de Moor *et al.* (2001), de Moor *et al.* (2003), de Moor & Day (2003), de Moor & Stals (2007), Moisan (2010), Tachet *et al.* (2010) et Mary (2017). Les individus ont été dénombrés et répertoriés en fonction du prélèvement (date et station d'échantillonnage) auxquels ils appartiennent. Les fourreaux vides, les exuvies et les coquilles vides n'ont pas été pris en considération (Kouamé, 2014). Suite au tri et à l'identification, une liste faunistique a été établie, prenant en compte tous les organismes inventoriés. Toutefois, ces organismes n'ayant pas tous été déterminés jusqu'au niveau spécifique, nous avons utilisé le terme de taxon pour la description de la faune dans la suite de l'étude.

Pendant l'étude, lorsqu'un spécimen est abîmé ou lorsqu'un ou des organes permettant de caractériser l'espèce de ce spécimen est ou sont absents (par exemple palpes, branchies,

élytres, parapodes, telson, rostre, etc.), l'analyse taxonomique n'a pas été menée à son terme. Dans ce cas, seul le nom du genre a été utilisé ; par exemple *Anisops sp.*, insecte de la famille des Notonectidae.

En cas d'incertitude sur le genre, seul le nom de la famille a été utilisé (Leptoplebiidae) et en cas d'incertitude sur la famille ou sur les niveaux supérieurs de la taxonomie, seul le nom de la classe (par exemple Achète) ou de l'embranchement a été utilisé.

### **2.2.5- Analyse du peuplement de macroinvertébrés et évaluation de la santé écologique**

Pour déterminer la dynamique des communautés de macroinvertébrés, la richesse taxonomique, le pourcentage d'occurrence, l'abondance relative, l'indice de diversité de Shannon, l'indice de l'équitabilité de Pielou ont été utilisés et l'indice de Hilsenhoff a été utilisé pour évaluer la santé écologique.

Les données ont été analysées selon les différentes stations ainsi qu'aux différentes saisons.

#### **2.2.5.1- Diversité brute ou richesse taxonomique**

La richesse taxonomique ou diversité brute est le nombre total de taxons rencontrés par prélèvement dans un écosystème donné. Elle est fonction de la complexité de l'habitat. Cet indice synthétique constitue un bon indicateur de la capacité d'accueil d'une station (Aliaume *et al.*, 1990).

#### **2.2.5.2- Pourcentage d'occurrence**

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

$$F = \frac{Pa}{P} \times 100$$

F : Fréquence d'occurrence de l'espèce

Pa : Nombre de relevés contenant l'espèce

P : Nombre total de relevés effectués

En fonction de la valeur de F, trois groupes de taxons sont distingués (Dajoz, 2000) :

$F \geq 50 \%$ , espèces constantes ;

$25 \% \leq F < 50 \%$ , espèces accessoires ;

$F < 25 \%$ , espèces accidentelles.

### 2.2.5.3- Abondance relative

L'abondance relative est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Elle représente le nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus de toutes espèces confondues (Ramade, 2003). Elle est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps. Elle s'exprime comme suit :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

$n_i$  : nombre d'individu de l'espèce  $i$  et  $N$  : nombre total d'individus.

### 2.2.5.4- Etude de la diversité des communautés

#### 2.2.5.4.1- Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon (Shannon & Weaver, 1963) a été utilisé pour mettre en évidence la diversité globale du peuplement. Cet indice varie généralement entre 0 et 4,5 dans les milieux naturels (Frontier, 1983). La diversité est grande lorsque l'indice de Shannon Weaver ( $H'$ ) est élevé (Washington, 1984).  $H'$  est exprimé en bits par individu. Il est calculé à partir de la liste faunistique obtenues selon la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Avec  $P_i = n_i / N$

$n_i$  : nombre d'individus d'un taxon donné,  $i$  allant de 1 à  $S$  (nombre total de taxons).

$N$  : nombre total d'individus.

#### 2.2.5.4.2- Indice d'équitabilité (E) de Piélou

L'indice d'équitabilité (E) permet d'étudier la régularité de la distribution des espèces. Il varie entre 0 et 1 et traduit la qualité d'organisation d'un peuplement (Amanieu & Lasserre, 1982). Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce ou sur deux espèces. Il se rapproche de 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance (Amanieu & Lasserre, 1982).

L'indice d'équitabilité (E) de Piélou (Piélou, 1969) a été établi selon la formule :

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

$H'$  : indice de diversité de Shannon et Weaver

$S$  : nombre total des taxa

### 2.2.5.5- Indice FBI d'Hilsenhoff

Il permet d'évaluer le degré de pollution d'un plan d'eau et est calculé à partir de la relation suivante (Hilsenhoff, 1988) :

$$FBI = \frac{\sum Xi \times ti}{n}$$

Où : Xi : nombre d'individus du taxon i dans l'échantillon ;

ti : valeur de la tolérance du taxon i (Voir Annexe) ;

n : nombre total d'individus composant l'échantillon.

L'échelle d'interprétation des résultats est consignée dans le tableau III.

**Tableau III** : Echelle d'interprétation de l'indice d'Hilsenhoff

Intervalle des valeurs	Qualité écologique	Etat
[0-3,75]	Excellente	Sans pollution organique
[3,76-4,25]	Très bonne	Légère pollution organique possible
[4,26-5,00]	Bonne	Pollution organique probable
[5,01-5,75]	Moyenne	Pollution organique assez substantielle
[5,76-6,50]	Précaire	Pollution organique substantielle
[6,51-7,25]	Mauvaise	Pollution organique très substantielle

### 2.2.6- Traitements statistiques des données

Les données relevées sur nos différentes stations ont été soumises à différentes analyses statistiques avec les logiciels informatiques Excel 2016 et PAST 4.02 (Hammer *et al.*, 2001).

Le calcul des proportions, les analyses univariées et multivariées ont été appliqués aux différentes données. Les divers graphiques et les Boxplots ont été construits à l'aide des logiciels Exce 2016 et PAST 4.02.

#### 2.2.6.1- Analyses univariées

La plupart des analyses statistiques requièrent la normalité des données car l'interprétation des résultats est influencée par la distribution des données.

Quand la base de données est de grande taille ( $n \geq 30$ ), on admet que la distribution est normale. Dans le cas contraire ( $n < 30$ ), on procède à un test de normalité qui peut être le test de Shapiro-Wilk (Shapiro *et al.*, 1968). Ce test guidera dans le choix du type de test (paramétrique ou non paramétrique).

Dans cette étude le test de Shapiro-Wilk a permis d'évaluer la normalité des différents paramètres physico-chimiques mesurés.

L'ANOVA à un seul facteur (ANOVA-1) a été appliqué pour comparer les variances des valeurs des paramètres abiotiques (température, pH, oxygène dissous, conductivité, transparence et profondeur) aux différentes stations lorsque celles-ci suivaient une loi normale.

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis de ANOVA a été appliqué lorsque la distribution des paramètres n'est pas normale.

Le test U de Mann-Whitney a été appliqué pour comparer les valeurs de deux groupes (saison sèche et saison pluvieuse), ainsi que pour comparer les échantillons deux à deux lorsqu'il y avait une différence significative.

#### **2.2.6.2- Analyses multivariées**

Une analyse canonique de correspondance (ACC) a permis d'étudier les corrélations entre les espèces dominantes (contribution  $\geq 5\%$ ) et les paramètres environnementaux (température, conductivité, pH, transparence, profondeur, et oxygène dissous). Cette analyse a mis en évidence les préférences environnementales des communautés (Ter Braak & Smilauer, 2002). Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel PAST 4.02 (paleontological statistic 4.02).

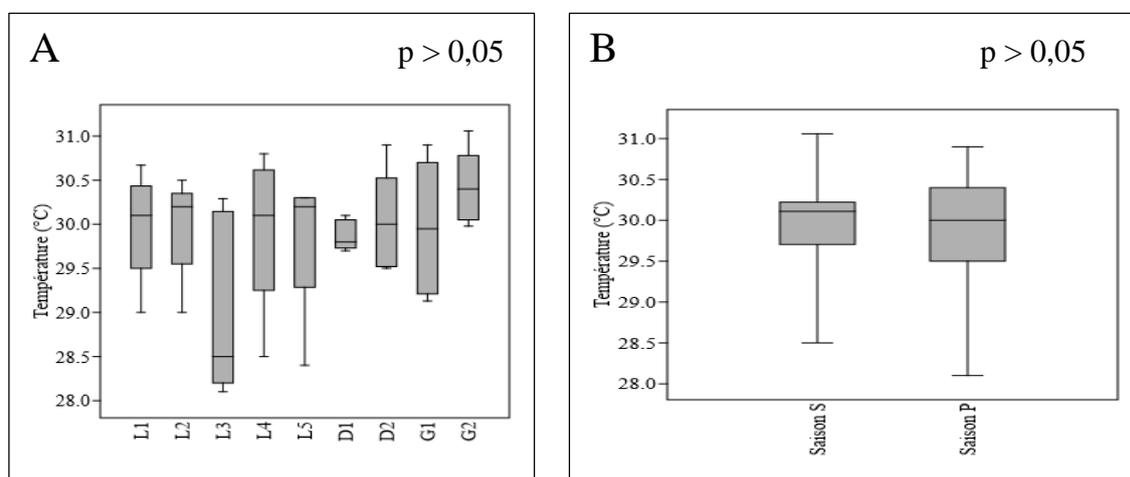
**TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET  
DISCUSSION**

### 3.1- Résultats

#### 3.1.1- Variation spatiale et temporelle des paramètres physico-chimiques de la rivière Lobo

##### 3.1.1.1- Variation spatiale et saisonnière de la température

La variation spatiale et saisonnière de la température des stations d'échantillonnage retenues sur la rivière Lobo sont illustrées par la figure 7. La figure 7-A indique que la température varie de 28,1 °C (L3) à 31,06 °C (G2). Au niveau saisonnier (figure 7-B), la valeur la plus élevée de la température est enregistrée durant la saison sèche (31,06 °C) alors que la plus faible valeur est notée à la saison pluvieuse (28,1 °C). Les valeurs de la température ne varient pas significativement d'une station à l'autre (test ANOVA,  $p > 0,05$ ) et aussi d'une saison à l'autre (test T de Student,  $p > 0,05$ ).

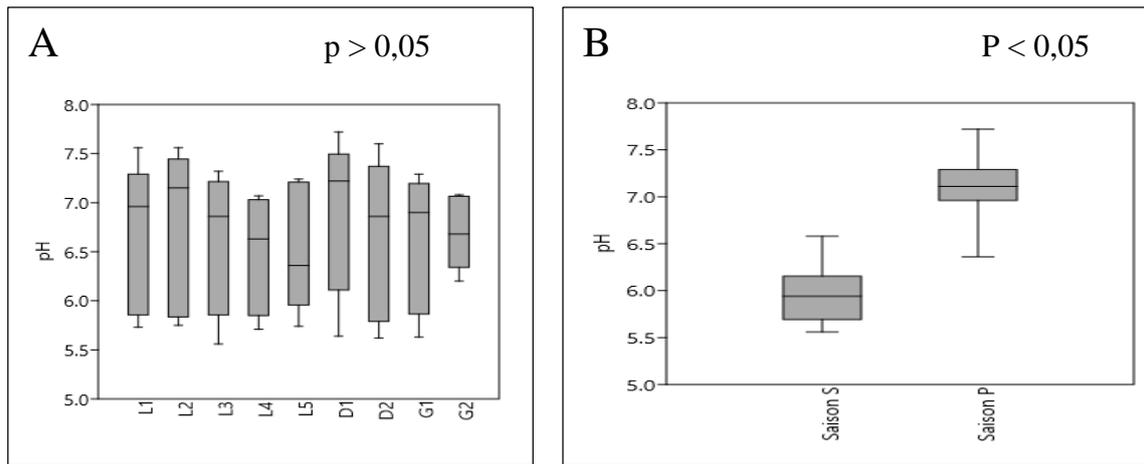


**Figure 8 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la température des eaux de la rivière Lobo

Saison S : Saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

##### 3.1.1.2- Variation spatiale et saisonnière du pH

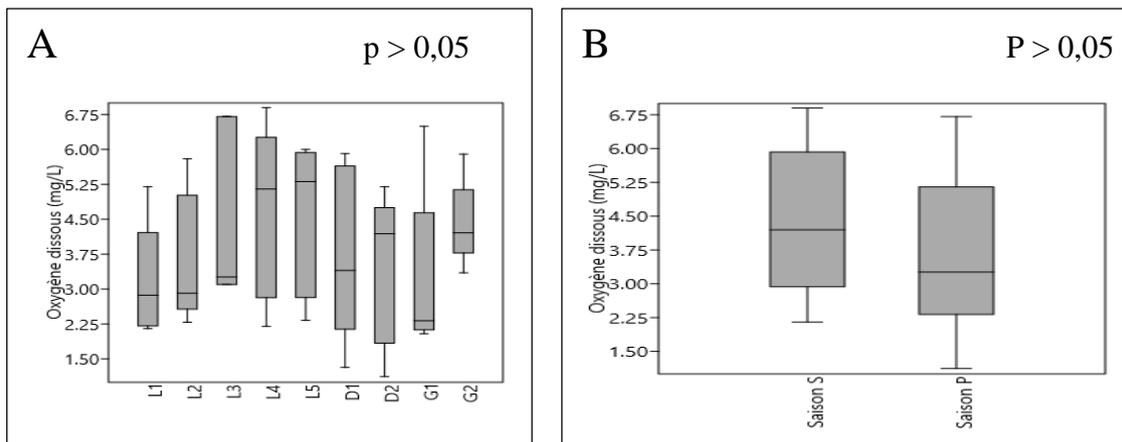
La variation spatiale et saisonnière du pH de la rivière Lobo au cours l'étude sont présentées par la figure 8. Les valeurs du pH (Figure 8-A) enregistrées dans les différentes stations sont comprises entre 5,56 (station L3) et 7,72 (Station D1). La plus faible valeur du pH (5,56) est enregistrée pendant la saison sèche, alors que la plus forte valeur (7,72) est observée en saison pluvieuse (figure 8-B). Ce paramètre ne présente pas de différence significative d'une station à l'autre (test ANOVA,  $p > 0,05$ ). Cependant, il varie significativement entre les deux saisons (test T de Student,  $p < 0,05$ ).



**Figure 9 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) du pH des eaux de la rivière Lobo  
Saison S : Saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

### 3.1.1.3- Variation spatiale et saisonnière de l’oxygène dissous

La variation spatiale et saisonnière de l’oxygène dissous de la rivière pendant l’étude sont représentées par la figure 9. Dans l’ensemble des stations, la concentration de l’oxygène dissous est comprise entre 1,12 mg/L et 6,9 mg/L. La plus faible teneur (1,12 mg/L) est enregistrée à la station D2 pendant la saison pluvieuse alors que la plus forte (6,9 mg/L) teneur est observée à la station L4 au cours de la saison sèche. Les valeurs de l’oxygène dissous ne présentent pas de différence significative d’une station à une autre (test Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ) et aussi entre les deux saisons (Test U de Mann-whitney,  $p > 0,05$ ).

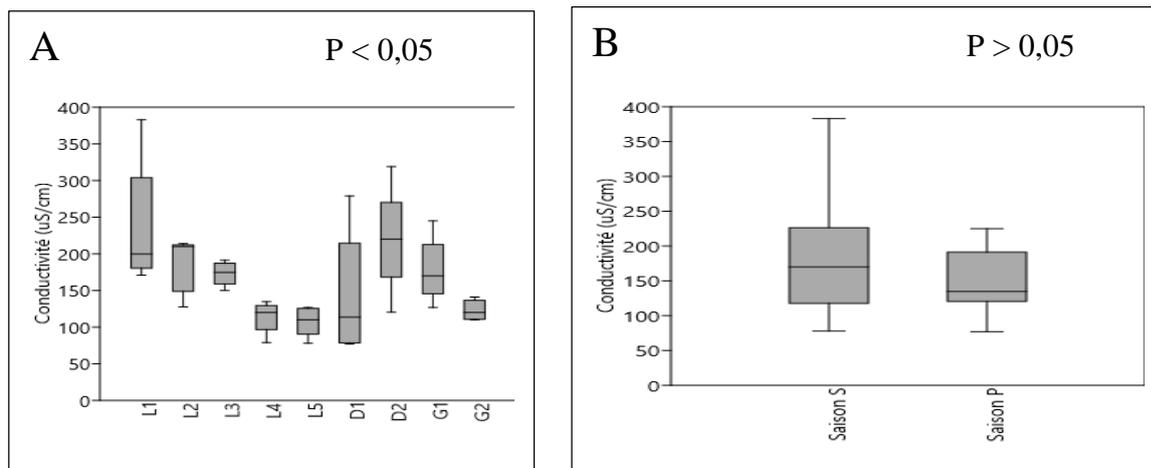


**Figure 10 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de l’oxygène dissous des eaux de la rivière Lobo  
Saison S : saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

### 3.1.1.4- Variation spatiale et saisonnière de la conductivité

La variation spatiale et saisonnière de la conductivité de la rivière sont représentées par la figure 10. Au niveau des stations, les valeurs sont comprises entre 77,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 383  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La valeur la plus faible (77,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) est enregistrée à la station D1 et la valeur la plus élevées (383  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) est obtenue à la station L1. Au niveau saisonnier, c'est pendant la saison pluvieuse qu'a été enregistrée la plus faible valeur de la conductivité et la plus forte valeur a été observée pendant saison sèche. Aussi, il faut noter qu'il a y une différence significative d'une station à une autre (Test Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ). Les différences significatives sont observées entre les stations L4, L5, G2 et les autres stations (Test U de Mann-Whitney,  $P < 0,05$ ). Cependant, elles ne varient pas significativement d'une saison à l'autre (Test U de Mann-Whitney,  $P > 0,05$ ).

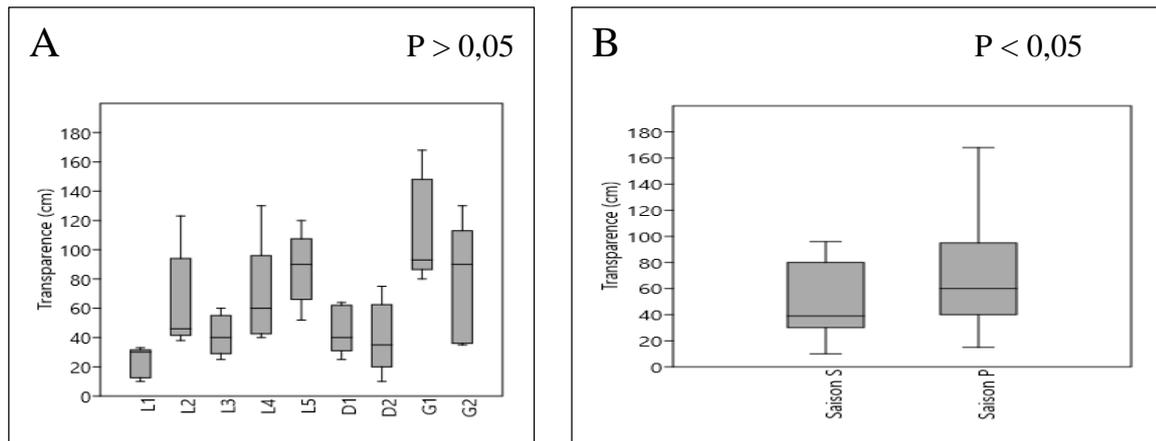


**Figure 11 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la conductivité des eaux de la rivière Lobo.

Saison S : Saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

### 3.1.1.5- Variation spatiale et saisonnière de la transparence

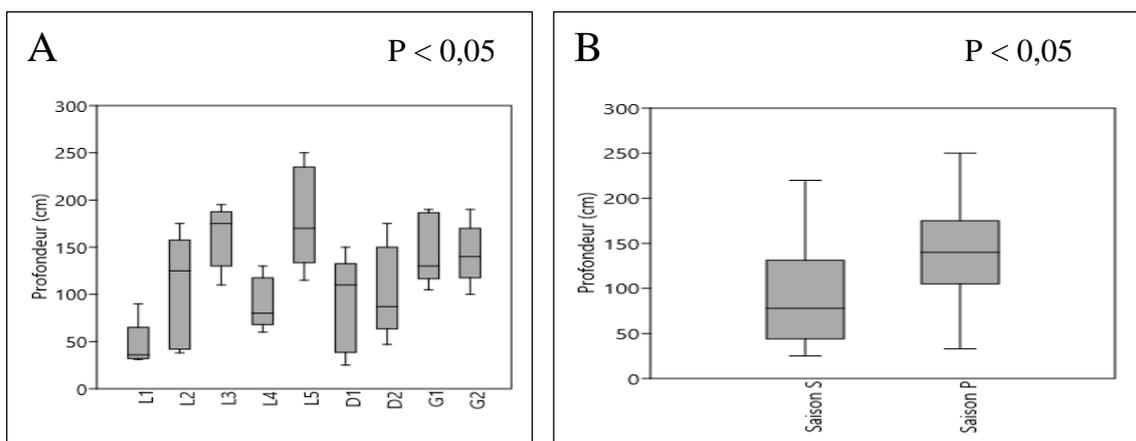
La variation spatiale et saisonnière de la transparence de la rivière Lobo aux différentes stations sont représentées par la figure 11. Les valeurs sont comprises entre 10 cm et 168 cm. La plus faible valeur est mesurée à la station L1 (10 cm) et la valeur la plus élevées (168 cm) est mesurée à la station D1 (figure 11-A). La saison sèche a enregistré la plus faible valeur de la transparence alors que la plus forte valeur est enregistrée pendant la saison pluvieuse (figure 11-B). Le Test d'ANOVA ( $p > 0,05$ ) révèle qu'il n'y pas de différence significative pour ce paramètre au niveau spatial. Contrairement aux saisons, il existe une différence significative entre les deux saisons après le Test T de Student ( $P < 0,05$ ).



**Figure 12 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la transparence des eaux de la rivière Lobo  
 Saison S : Saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

### 3.1.1.6- Variation spatiale et saisonnière de la profondeur

La variation spatiale et saisonnière de la profondeur de nos stations d'étude de la rivière sont représentées par la figure 12. La profondeur est minimale (10 cm) à la station D1 et maximale (250 cm) à la station L5. La valeur minimale (10 cm) obtenue est mesurée pendant la saison sèche. Cependant, la valeur maximale (250 cm) est enregistrée au cours de la saison pluvieuse. Les valeurs de la profondeur varient significativement d'une station à une autre (test Kruskal-Wallis,  $P < 0,05$ ). Cette différence significative s'observe aux stations L3, L5, G1, G2 et les autres stations (Test U de Mann-Whitney,  $P < 0,05$ ). Au niveau saisonnier, la variation de ce paramètre est également significative d'une saison à l'autre (Test U de Mann-Whitney,  $P < 0,05$ ).



**Figure 13 :** Variations spatiales (A) et saisonnières (B) de la profondeur des eaux de la rivière Lobo  
 Saison S : Saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

### **3.1.2- Composition et structure des communautés de macroinvertébrés de la rivière Lobo**

#### **3.1.2.1- Composition taxonomique et occurrence des communautés de macroinvertébrés**

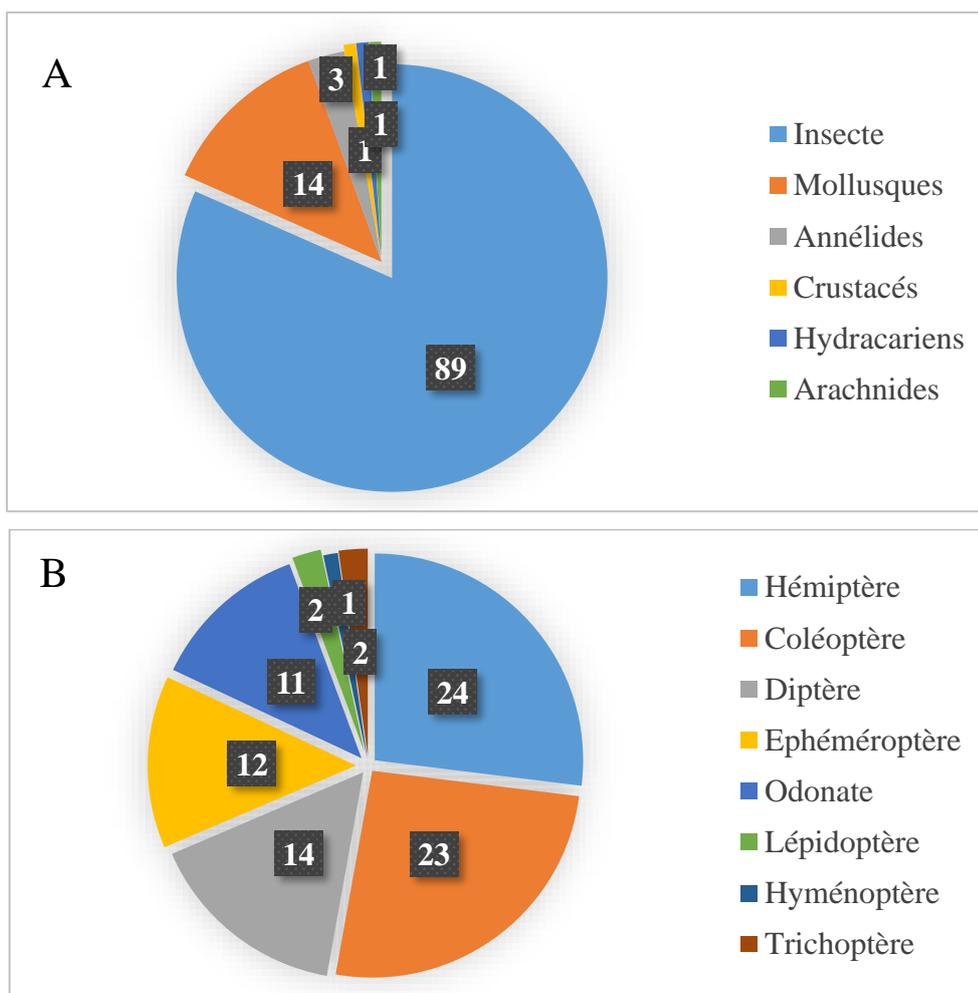
La composition taxonomique et les occurrences des communautés de macroinvertébrés récoltés des différentes stations de la rivière Lobo sont représentées dans le tableau IV. Dans l'ensemble des stations étudiées, 109 taxons de macroinvertébrés regroupés en 8 classes, 18 ordres et 63 familles ont été inventoriés (Tableau IV). Les huit (08) classes sont : les Insectes, les Gastéropodes, les Bivalves, les Crustacés, les Arachnides, les Oligochètes, les Achète et les Hydracariens. Les Insectes sont le groupe taxonomique dominant avec 89 taxons soit 81,65 %. Il est suivi des Mollusques (Gastéropodes et Bivalves) qui regroupent 14 taxons (12,84 %), puis les Annélides (Oligochètes et Achète) avec 3 taxons (2,75 %). Les Crustacés, les Hydracariens et les Arachnides représentent 1 taxon chacun soit 0,91 % (Figure 13-A).

Au niveau des Insectes, l'ordre des Hémiptères a le plus grand nombre de taxons avec 24 taxons (26,97 %) regroupés en 13 familles, suivi des Coléoptères repartis en 23 taxons (25,84 %) regroupés en 11 familles. L'ordre des Diptères est représenté avec 14 taxons (15,73 %) rangés dans 6 familles. L'ordre des Ephéméroptères est constitué de 12 taxons (13,48 %) regroupés en 8 familles. L'ordre des Odonates est composé de 11 taxons (12,36 %), regroupés en 4 familles. L'ordre des Lépidoptères et des Trichoptères sont constitués respectivement de 2 taxons (2,25 %) et rangés en 2 familles. L'ordre des Hyménoptères n'a pu être décrits à un niveau taxonomique plus bas (Figure 13-B).

Quant au groupe des Mollusques (gastéropodes et bivalves), il constitue 14 taxons, repartis en 5 ordres à savoir les Architaenioglosses (1 famille, 1 taxons), les Basommatophores (2 famille, 6 taxons), les Mesogastéropodes (2 famille, 2 taxons), les Eulamellibranches (4 taxons, 4 familles) et les Neotaenioglosses (1 famille, 1 taxon).

Tous les Crustacés et Arachnides récoltés appartiennent respectivement à l'ordre des Décapodes et des Araneae (1 seul taxone et 1 famille chacun). Quant aux Hydracariens, le seul taxon récolté, l'ordre n'a pas pu être identifié.

Concernant l'occurrence



**Figure 14** : Camemberts présentant le nombre de taxons des groupes de macroinvertébrés (A) et des ordres d'insectes aquatiques (B) récoltés dans la rivière Lobo (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire) de Novembre 2018 à Septembre 2019

**Tableau IV** : Richesse taxonomique du peuplement de macroinvertébrés dans la rivière Lobo (Centre-Ouest de la Côte-d'Ivoire) et leurs occurrences

Classe	Ordre	Famille	Taxon	L1	L2	L3	L4	L5	D1	D2	G1	G2		
Insecte	Hémiptères	Veliidae	<i>Rhagavelia</i> sp.				*	*	**		**			
			<i>Aquarius</i> sp.				*						*	
			<i>Microvelia</i> sp.	*			*	*			*	*	*	
							*							
		Nepidae	<i>Ranatra</i> sp.							*	*			
		Gerridae	<i>Eurymetra</i> sp.											
			<i>Rhagadotarsus</i> sp.		*	*	*	*	*	*				**
			<i>Tenogonus</i> sp.			*								
			<i>Eurymetra</i> sp.	*	*		*	**	*					
			<i>Limnogonus</i> sp.				*	*	*			*	*	
		Corixidae	<i>Micronecta</i> sp.							*				*
				*										
		Pleidae	<i>Plea</i> sp.					*			*		**	
		Notonectidae	<i>Anisops</i> sp.	**	*	*	*	**	**	**	*			*
			<i>Enithares</i> sp.									*		
		Belostomatidae	<i>Diplonychus</i> sp.	**		*					**	*		
			<i>Limnogeton</i> sp.										*	
			<i>Lethocerus</i> sp.	*	*									
		Naucoridae	<i>Naucoris</i> sp.	**					**	*				
		Hydrometridae	<i>Hydrometra</i> sp.											*
		Ochteridae	<i>Ochterus</i> sp.											*
Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i> sp.					*		**		*				
Saldidae	<i>Salduda</i> sp.							*						
Hebridae	<i>Hebrus</i> sp.					*		*	*					

\*= Taxons accidentels ; \*\*= Taxons accessoires ; \*\*\*= Taxons constants ; L1 à G2 : Stations d'échantillonnage

**Tableau IV** (suite) : Richesse taxonomique du peuplement de macroinvertébrés dans la rivière Lobo (Centre-Ouest de la Côte-d'Ivoire) et leurs occurrences

Classe	Ordre	Famille	Taxon	L1	L2	L3	L4	L5	D1	D2	G1	G2
	Coléoptère	Hydrophilidae	<i>Hydrobius</i> sp.								*	
			<i>Derallus</i> sp.	*		*						
			<i>Enochrus</i> sp.	*					**			
			<i>Chasmogenus</i> sp.									*
			<i>Amphiops</i> sp.						*	*		
			<i>Berosus</i> sp.						*			
			<i>Limnoxenus</i> sp.				*	*				
		Hydrophilidae					*					
		Elmidae	<i>Limnius</i> sp.					*			*	*
						*						*
		Dytiscidae	<i>Methles</i> sp.					*				
			<i>Laccophilus</i> sp.					*	**	*		
			<i>Cybister</i> sp.					*				
			<i>Hyphydrus africanus</i>						*			
			<i>Exocelina</i> sp.	*								
				*		*					*	
		Gyrinidae	<i>Dineutus</i> sp.	*								
		Curculionidae	<i>Pseudobagous</i> sp.									*
		Chrysomelidae										*
		Staphylinidae								*		
		Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.						*	*		
		Haliplidae	<i>Haliplus</i> sp.							*		
		Noteridae	<i>Canthydrus</i> sp.						*			

\*= Taxons accidentels ; \*\*= Taxons accessoires ; \*\*\*= Taxons constants ; L1 à G2 : Stations d'échantillonnage

**Tableau IV (suite) : Richesse taxonomique du peuplement de macroinvertébrés dans la rivière Lobo (Centre-Ouest de la Côte-d'Ivoire) et leurs occurrences**

Classe	Ordre	Famille	Taxon	L1	L2	L3	L4	L5	D1	D2	G1	G2					
Diptère	Chironomidae	<i>Chironomini</i> sp.		*		*	*		*	*	**	**					
			<i>Chironomus</i> sp.	*	*		*	*	*	*	**	*					
			<i>Harrisius</i> sp.	*		*	*	*	*	*	*	*	*				
			<i>Corynoneura</i> sp.	*			*						*				
			<i>Tanypus</i> sp.							*	*						
		Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.		**			**			*	*	*				
				<i>Dasyhelea</i> sp.	*												
				<i>Forcipomyia</i> sp.							*						
		Tiputidae			*								*				
		Culicidae	<i>Culex</i> sp.					*			*						
								*									
				Stratiomyidae	<i>Odontomyia</i> sp.					*	**						
				Simuliidae	<i>Silulium neornatipes</i>						*						
				Coenagrionidae	<i>Pseudagrion</i> sp.		**		*			**		*		*	
						<i>Phaon</i> sp.			*	*					*	*	
										**				*	*		
					Libellulidae	<i>Libellula</i> sp.		*						*	*	*	*
							<i>zygonyx</i> sp.										
				<i>Sympetrum</i> sp.					*	*				*			
		<i>Pantala</i> sp.	*										*				
<i>Trithemis</i> sp.											*						

\*= Taxons accidentels ; \*\*= Taxons accessoires ; \*\*\*= Taxons constants ; L1 à G2 : Stations d'échantillonnage

**Tableau IV** (suite) : Richesse taxonomique du peuplement de macroinvertébrés dans la rivière Lobo (Centre-Ouest de la Côte-d'Ivoire) et leurs occurrences

Classe	Ordre	Famille	Taxon	L1	L2	L3	L4	L5	D1	D2	G1	G2	
		Lestidae	<i>Lestes plagiatus</i>	*		*			**	*			
			<i>zygonyx</i> sp.	*									
		Corduliidae	<i>Hemicordulia</i> sp.										
	Ephéméroptère	Baetidae	<i>Baetis</i> sp.				*	**	**	**	**	**	
			<i>Labiobaetis</i> sp.	*	*	**	*	*		*	*	*	
			<i>Centroptiloides</i> sp.		*		*	*		*	*	*	
			<i>Cloeon</i> sp.	*									
					*		*						
			Leptoplebiidae									*	
			Caenidae	<i>Caenis</i> sp.					**	*		**	*
			Tricorythidae	<i>Diceromyeon</i> sp.									*
			Teloganodidae	<i>Lestagella penicillata</i>									*
			Ephemeridae	<i>Ephemer</i> sp.	*								
		Emeletidae	<i>Emeletus</i> sp.				*						
		Oligoneuridae								*			
	Hyménoptère							*	**	*			
	Lépidoptère	Crambidae		*									
		Pyralidae							*				
	Trichoptère	Leptoceridae	<i>Triplectides smithi</i>				*						
		Hydropsychidae	<i>Caledopsyche</i> sp.						*		*		

\*= Taxons accidentels ; \*\*= Taxons accessoires ; \*\*\*= Taxons constants ; L1 à G2 : Stations d'échantillonnage

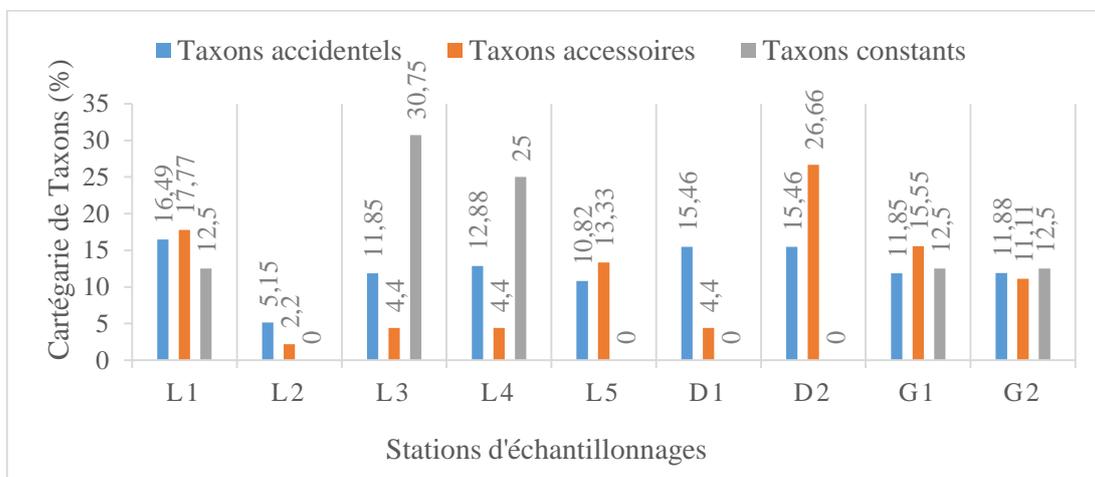
**Tableau IVI** (suite et fin) : Richesse taxonomique du peuplement de macroinvertébrés dans la rivière Lobo (Centre-Ouest de la Côte-d'Ivoire) et leurs occurrences

Classe	Ordre	Famille	Taxon	L1	L2	L3	L4	L5	D1	D2	G1	G2	
<b>Achètes</b>	Hirudinide	Erpobdellidae							*				
		Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia</i> sp.	*	*				*				
<b>Oligochètes</b>				*	*		*	*		*	**		
<b>Arachnides</b>	Araneae			**		*	***	*	**	**	*		
<b>Hydracariens</b>	Hydracariens					*			*				
<b>Gastéropodes</b>	Mesogastropodes	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	***	**	***	***	*	*	*	***	***	
		Viviparidae	<i>Bellamyia</i> sp.	*		**			**				
	Basommatophores	Physidae	<i>Aplex</i> sp.			*							
			<i>Physa</i> sp.	*			*		*		*		
		Planorbidae	<i>Afrogyrus</i> sp.	*								**	
			<i>Gyraulus</i> sp.	**						*	*		**
			<i>Bulinus africanus</i>	**		*							
							*						
	Architaenioglosses	Ampullariidae	<i>Lanistes</i> sp.	*		***			*	*		*	
	Neotaenioglosses	Hydrobiidae				*							
<b>Bivalves</b>	Eulamellibranches	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.					*					
		Unionidae						*			*		
		Mytilidae									*		
		Mutelidae	<i>Aspatharia</i> sp.	*					*		*	*	
		Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i> sp.	*									
<b>Total: 8</b>	<b>18</b>	<b>63</b>	<b>109</b>	<b>41</b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>42</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	

\*= Taxons accidentels ; \*\*= Taxons accessoires ; \*\*\*= Taxons constants ; L1 à G2 : Station d'échantillonnage

### 3.1.2.2- 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 la rivière Lobo sont regroupés en trois catégories : les taxons constants, les taxons accessoires et les taxons accidentels. La station L1 enregistre la plus grande proportion (16,49 %) de taxons accidentels. Cependant, la plus faible proportion (5,15 %) de cette catégorie taxonomique est observée à la station L2. La grande proportion de taxons constants (*Melanoides tuberculata*) (30,75 %) est notée à la station L3, tandis que, les stations L5, D1 et D2, obtiennent la plus faible proportion (0 %) de cette catégorie taxonomique. Quant à la proportion de taxons accessoires, elle est plus élevée (17,8 %) à la station L1 et plus faible (2,2 %) à la station L2.



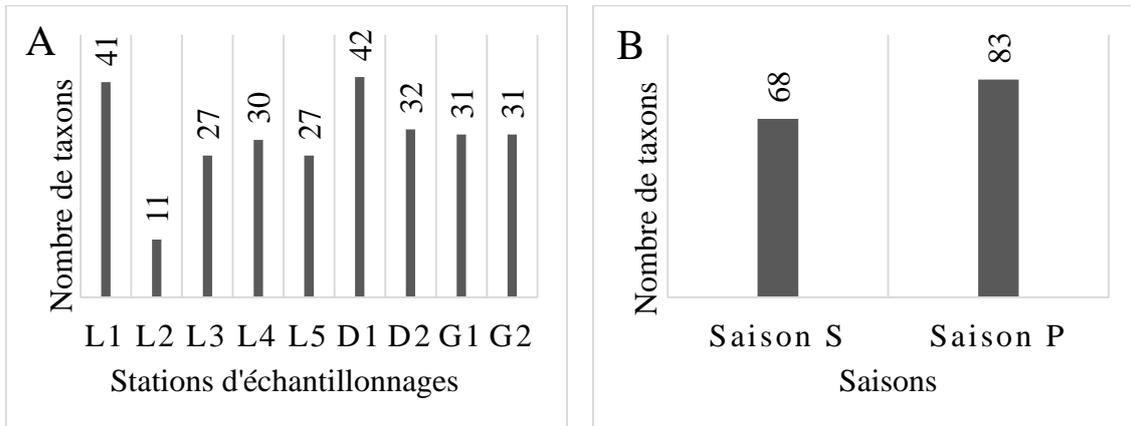
**Figure 15 :** Proportion (en %) des catégories de taxons définies sur la base de l'occurrence en fonction des stations d'échantillonnages de macroinvertébrés de la rivière

### 3.1.2.3- Variation spatio-temporelle de la composition taxonomique

La variation spatiale et temporelle de la richesse taxonomique sont représentées par la figure 14. La distribution des taxons en fonctions des stations (Figure 14-A) montre que la stations D1 et L1 regroupent les plus grands nombres de taxons avec respectivement 42 taxons (33 familles, 15 ordres) et 41 taxons (27 familles, 14 ordres). Suivi des stations D2, G1, G2 et L4, qui enregistrent respectivement 32 taxons (24 familles, 11 ordres), 31 taxons (23 familles, 11 ordres), 31 taxons (24 familles et 10 ordres) et 30 taxons (19 familles, 6 ordres). Les stations qui comptent moins de taxons sont les stations L3, L5 et L2 qui ont respectivement 27 taxons (22 familles, 13 ordres), 27 taxons (19 familles, 7 ordres) et 11 taxons (9 familles, 7 ordres)

Au niveau temporel (Figure 14-B), le plus grand nombre de taxons est enregistré en saison pluvieuse (83 taxons) alors que le plus petit nombre est observé pendant la saison sèche

(68). Cette variation n'est pas significative au niveau spatial (Test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ), ainsi qu'au niveau saisonnier (Test U de Mann-Whitney,  $P > 0,05$ )



**Figure 16** : Variation spatiale (A) et temporelle (B) de la richesse taxonomique de macroinvertébrés de la rivière Lobo

Saison S : Saison Sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

### 3.1.2.4- Abondance des communautés de macroinvertébrés

#### 3.1.2.4.1- Abondance globale des communautés de macroinvertébrés

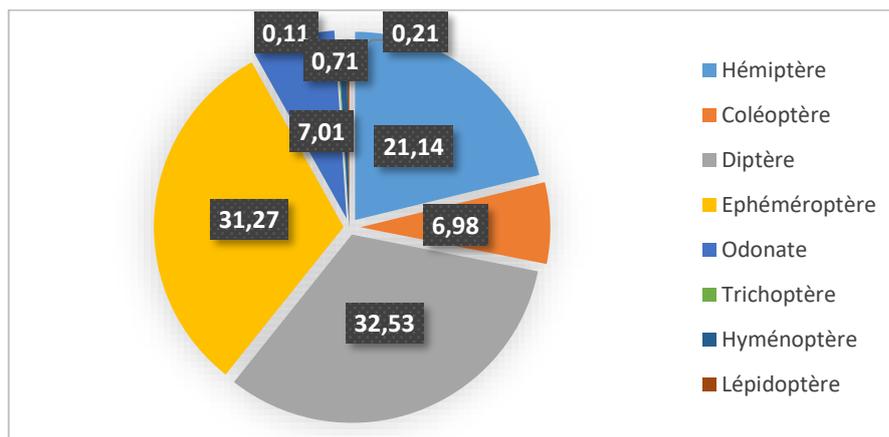
La présente étude faunistique a permis de recenser au cours des cinq campagnes un total de 3976 individus Figure 15. Les insectes sont le groupe zoologique le plus abondant sur la rivière Lobo pendant cette étude avec 2379 individus récoltés, soit 59,83 % de l'effectif total. Les mollusques (Gastéropodes et Bivalves) sont le deuxième groupe d'organismes qui comptent le plus grand nombre d'individus avec 37,27 % de l'effectif total. Les arachnides constituent 1,3 % de l'effectif total. Quant aux annélides (oligochètes et Achètes), ils sont représentés avec 1,2 % de l'effectif. Les crustacés et les hydracariens constituent les groupes les moins abondants avec respectivement 0,3 % et 0,1 % de l'effectifs total.



**Figure 17** : Camemberts présentant les abondances globales des différents groupes de macroinvertés de la rivière Lobo (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire) de Novembre 2018 à Septembre 2019

### 3.1.2.4.2- Abondance des différents ordres d'insectes

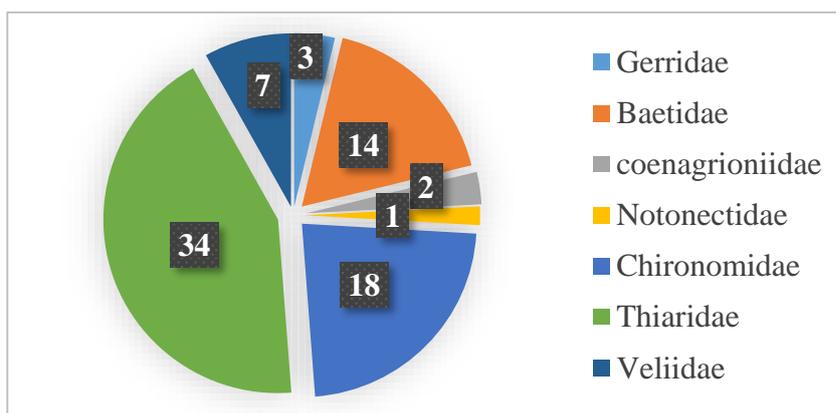
L'abondance des différents ordres d'insectes est représentée à la figure 16. Parmi ces Insectes, les Diptères sont les plus abondants avec 32,53 %. Les Ephemeroptères avec 31,27 % représentent le deuxième ordre en termes d'abondance au sein des insectes. Ils sont suivis des Hémiptères (21,14 %). S'agissant des Odonates et des Coléoptères ils constituent respectivement 7,01 % et 6,98 % de l'effectif. Les Hyménoptères (0,71 %), les Lépidoptères (0,21 %) et les Trichoptères sont les groupes les moins abondants (0,11 %).



**Figure 18 :** Camemberts présentant les abondances relatives des ordres d'insectes de la rivière Lobo (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire) de Novembre 2018 à Septembre 2019

### 3.1.2.4.3- Abondance relative des principales familles de macroinvertébrés recensées dans la rivière Lobo

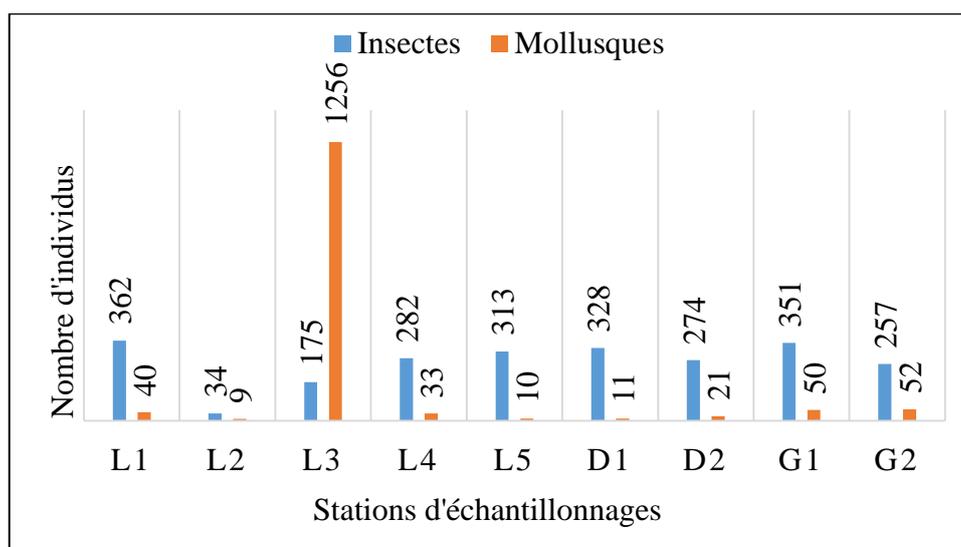
Dans l'ensemble des 3976 individus récoltés sur la rivière Lobo la plupart sont représentés que par seulement sept (07) familles (Figure 17). Ces principales familles regroupent 3116 individus soit 78,37 % de l'abondance totale. Elles sont, par ordres décroissant d'abondance, les Thiaridae (1342 individus soit 34 %), les Chironomidae (712 individus soit 18 %), les Baetidae (542 individus soit 14 %), Les Veliidae (252 individus soit 7 %), les Gerridae (117 individus soit 3 %), les Coenagrioniidae (94 individus soit 2 %) et les Notonectidae (56 individus soit 1 %). Parmi ces principales familles, seulement une seule représente le groupe des Mollusques (classe des gastéropodes), il s'agit de la famille des Thiaridae avec 90,55 % de l'effectif des Mollusques. Les autres familles appartiennent au groupe des Insectes avec 80 % de l'ensemble des Insectes.



**Figure 19** : Camemberts présentant les abondances relatives des principales familles de macroinvertébrés récoltés sur la rivière Lobo

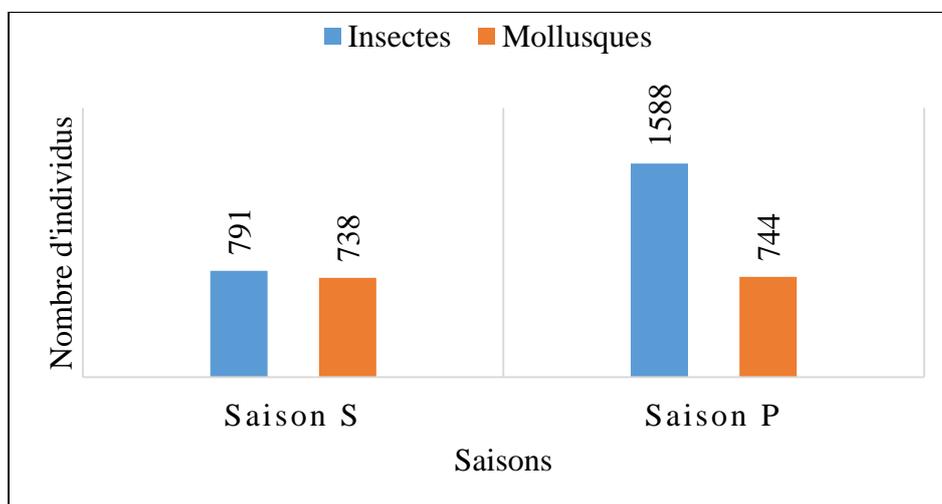
#### 3.1.2.4.4- Variation spatio-temporelle des groupes les plus abondants des communautés de macroinvertébrés

La figure 18 présente la variation spatiale des groupes les plus abondants du peuplement de macroinvertébrés récoltés sur la rivière Lobo. Dans l'ensemble, les Insectes sont dominants à toutes les stations à l'exception de la station L3 dominée par les mollusques. Le plus grand effectif du groupe d'insecte est enregistré à la station L1 avec un effectif de 362 individus tandis que le plus petit est obtenu à la station L2 (34 individus). En ce qui concerne les Mollusques, ils sont également enregistrés à toutes les stations mais concentrés à la station L3, avec 1256 individus obtenue à cette station. Le plus petit effectif (9 individus) est enregistré à la station L2. Cette variation n'est pas significative d'une station à l'autre (Test de Kruskal-wallis,  $p < 0,05$ ).



**Figure 20** : Variation spatiale des groupes les plus abondants des communautés de macroinvertébrés récoltés sur la rivière Lobo

La figure 19 traduit l'évolution de l'abondance des communautés de macroinvertébrés durant la campagne d'échantillonnage des deux saisons. Elle présente une augmentation progressive dans l'ensemble des effectifs des deux saisons. Ainsi, le nombre d'individus est passé de 791 en saison sèche à 1588 en saison pluvieuse chez les insectes. De même, l'effectif des Mollusques évolue en passant de 738 en saison sèche à 744 en saison pluvieuse.



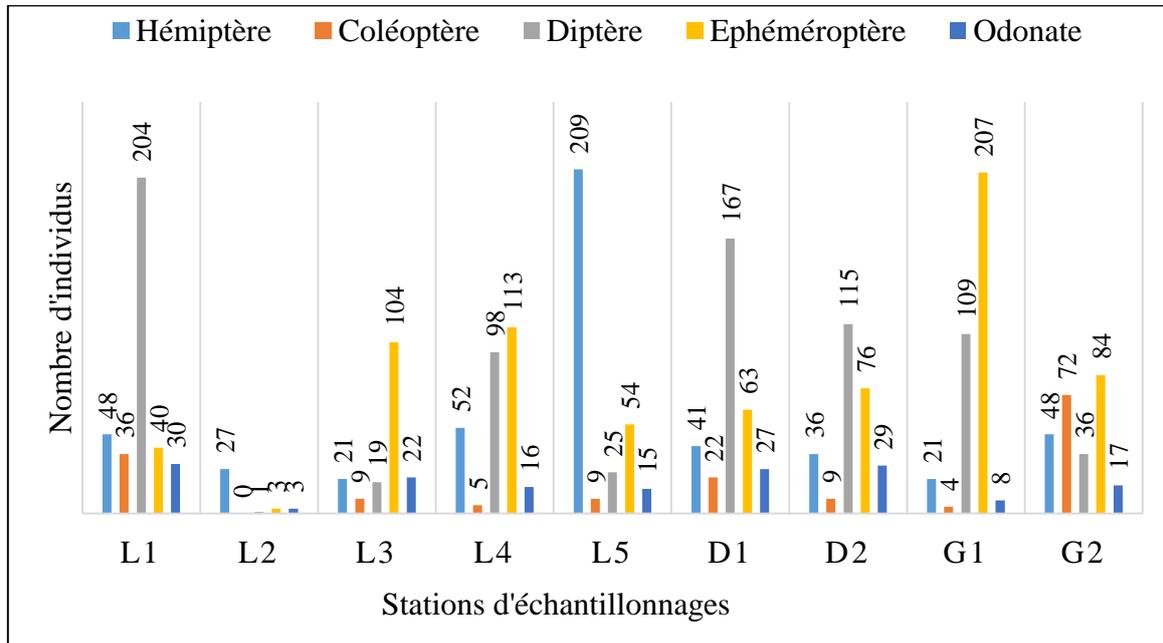
**Figure 21** : Variation saisonnière des principaux groupes les plus abondants des communautés de macroinvertébrés de la rivière Lobo

Saison S : Saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

#### 3.1.2.4.5- Variation spatiale des principaux ordres d'insectes

La variation spatiale des principaux ordres d'Insectes récoltés est présentée à la figure 20. Au niveau spatial, l'ordre des Diptères, des Hémiptères, des Ephéméroptères et des Odonates ont été enregistrés sur toutes les stations retenues. L'ordre des coléoptères est également représenté sur toutes les stations d'échantillonnages, sauf à la station L3. Les Diptères représentent l'ordre le plus abondant, leur effectif maximal (204 individus) a été enregistré à la station L1. Tandis que, le plus petit nombre (1 individu) a été recensé à la station L2. Les Ephéméroptères, le deuxième ordre le plus abondant après les Diptères est plus abondant avec 207 individus à la station G1, et sa valeur minimale (3 individus) a été notée à la station L2. Les Hémiptères ont leur plus grand nombre enregistré à la station L5 avec 209 individus récoltés. En revanche, il est moins abondant à la station L3 et G1 avec 21 individus par station. S'agissant des Odonates, l'effectif maximal (30 individus) a été obtenu à la station L1 et le minimal (3 individus) à la station L2. Quant aux Coléoptères, ils sont en grand nombre à la station G2 (72 individus) et en petit nombre à la station G1 (4 individus). Par ailleurs, les coléoptères sont totalement absents (0 individu) à la station L2. La variation spatiale des

principaux ordres d'insectes ne présente pas de différence significative d'une station à une autre (Test de Kruskal-wallis,  $p < 0,05$ ).

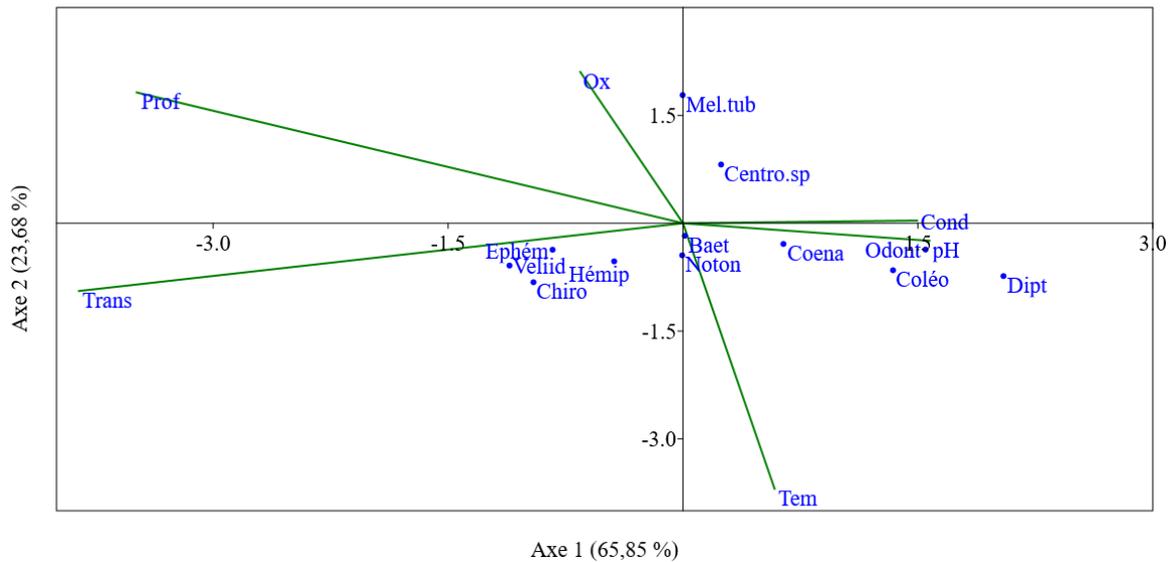


**Figure 22 :** Variation spatiale des abondances des principaux ordres d'insectes

### 3.1.2.5- Paramètres environnementaux déterminant la répartition des principaux taxons de macroinvertébrés de la rivière Lobo

L'analyse a concerné les taxons les plus abondants : Chironomidae, Baetidae, Ephéméroptères, Odonates, Coléoptères, Hémiptères, Diptères, *Melanoides tuberculata*, Veliidae, Coenagrionidae, *Centroptilum sp.* et Notonectidae. L'axe 1 et 2 expriment respectivement 65,85 % et 23,68 % de l'information, soit un total 89,53 % de la variabilité (Figure 21). L'axe 2 est corrélé positivement à l'oxygène dissous et négativement à la température.

La projection des taxons sur les axes vectoriels des paramètres environnements indique que les *Centroptilum sp.* et les *Melanoides tuberculata* sont corrélés positivement à la l'oxygène dissous (figure 19). Quant à la famille des Baetidae et des Notonectidae sont corrélées positivement à la température. Les Coenagrionidae, les Odonates, les coléoptères et les Diptères sont associés aux fortes valeurs élevées du pH et de la conductivité. Concernant les éphéméroptères, les veliidae les Hémiptères et les Chironomidae, abondent les milieux dont leurs transparences sont élevées.



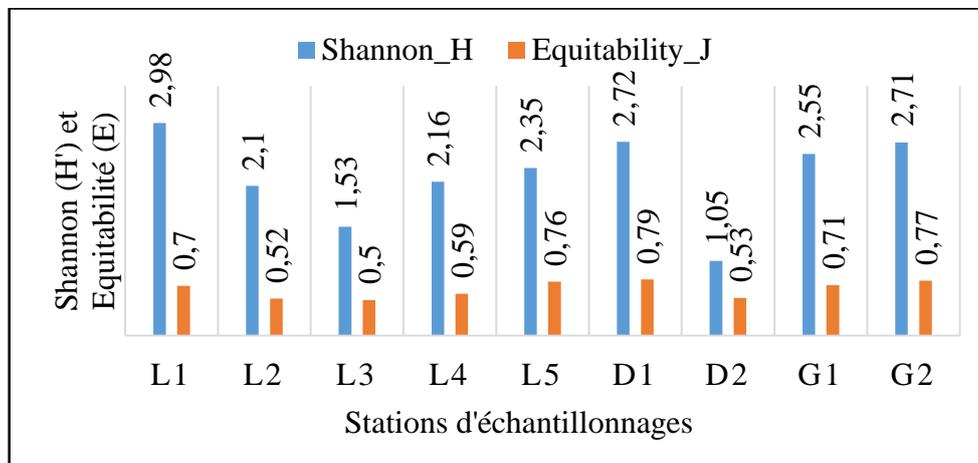
**Figure 23** : Analyse canonique de correspondances (ACC) des principaux taxons de macroinvertébrés de la rivière Lobo et des variables environnementales.

*Chiro* : Chironomidae ; *Dipt* : Diptère ; *Odont* : Odonates ; *Coléo* : Coléoptères ; *Noton* ; Notonectidae ; *Hémip* : Hémiptère ; *Centro.sp* : *Centroptilum sp.* ; *Mel.tub* : *Melanoides tuberculata* ; *Véliid* : Veliidae ; *Coena* : Coenagrionidae ; *Baet* : Baetidae ; Prof : profondeur ; Tem : Température ; Ox : Oxygène dissous ; Trans : transparence ; pH ; Cond : Conductivité.

### 3.1.2.6- Analyse de la diversité

#### 3.1.2.6.1- Variation spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité

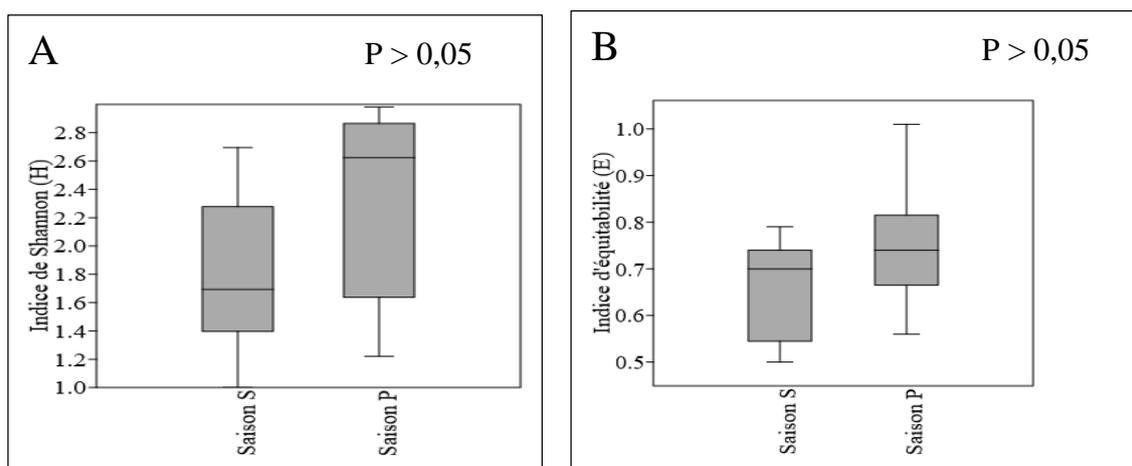
La variation spatiale de l'indices de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) et de l'équitabilité sont représentées à la figure 22. La plus petite diversité (1,05 bit/ individu) est enregistrée à la station D2. La station L1 avec une diversité de 2,98 bit/ind enregistre la plus grande diversité. L'équitabilité varie de 0,5 à 0,79. Ces valeurs sont respectivement obtenues aux stations L3 et D1. Dans l'ensemble des deux indices ne présentent pas de différence significative d'une station à une autre (Test de Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ).



**Figure 24** : Variation spatiale de l'indice de Shannon et d'équitabilité sur la rivière Lobo

### 3.1.2.6.2- Variation temporelle de l'indice de Shannon et de l'équitabilité

La variation saisonnière de l'indice de Shannon et d'équitabilité pendant l'étude sont représentées par la figure 23. Dans l'ensemble, elle indique des valeurs faibles en saison sèche et des valeurs élevées en saison pluvieuse. Ainsi, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (figure 23-A) fluctuent entre 1 bits/ind (saison sèche) et 2,98 bits/ind (saison pluvieuse). Relativement à l'indice de l'équitabilité (23-B), les valeurs sont comprises entre 0,5 (saison sèche) et 1 (saison pluvieuse). La variation temporelle de ces paramètres ne présente pas de différence significative (Test U de Mann-whitney,  $p > 0,05$ )



**Figure 25:** Variation saisonnière de l'indice de Shannon et d'équitabilité sur la rivière Lobo  
 Saison S : Saison sèche ; Saison P : Saison pluvieuse

### 3.1.3- Qualité écologique de la rivière Lobo

Le tableau V illustre la qualité écologique de la rivière Lobo à partir de l'indice d'Hilsenhoff. Sur l'ensemble de l'hydrosystème, les valeurs de l'indices d'Hilsenhoff varient de 4,87 (G1) à 6,01 (D2). Ce qui relève que la qualité écologique de la Rivière est moyenne (pollution organique assez substantielle). Ainsi, ces différentes valeurs ont permis de les classer en trois (03) catégories d'état écologique à savoir la qualité écologique dite bonne (stations L3 et G1), la qualité écologique dite moyenne (Stations L2, L4 et G2) et la qualité écologique dite précaire (L1, L5, D1 et D2). Tous ces résultats sont consignés dans le tableau V.

**Tableau VII :** Valeurs de l'indice d'Hilsenhoff obtenue à chaque station de la rivière et leur qualité écologique correspondante

Stations	Valeurs de l'indice d'Hilsenhoff	Qualité écologique	Etat
L3	4,95	Bonne	Pollution organique probable
G1	4,87		
L2	5,7	Moyenne	Pollution organique assez substantielle
L4	5,45		
G2	5,01		
D1	5,85	Précaire	Pollution organique substantielle
D2	6,01		
L1	5,88		
L5	5,95		

### 3.2-Discussion

La variation spatiale des paramètres physico-chimiques de la rivière relève qu'à l'exception de la conductivité et la profondeur les autres paramètres ne varient pas significativement d'une station à l'autre. Ce résultat s'expliquerait par un taux d'échange important des eaux entre les différentes stations du cours supérieur vers le cours inférieur. Ce mouvement entrainerait une homogénéisation de l'eau de la rivière Lobo. Nos résultats corroborent ceux de Grogga *et al.* (2017) obtenus sur la même rivière. A cet effet, Salencon & 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. Toutefois, la station L1 et D2 sont caractérisées par des valeurs élevées de la conductivité comparativement aux autres station d'étude. Ces valeurs élevées pourraient être la résultante des eaux de ruissellement qui, selon Brugneaux *et al.* (2004), favorisent un enrichissement du milieu aquatique en élément nutritif. En effet, la conductivité électrique traduit l'abondance des sels minéraux dissous dans l'eau (Kouamé, 2014).

Au niveau temporel, quelle que soit la saison, les températures enregistrées sont supérieures à 26 °C. Ce qui signifie que les eaux de cette rivière sont relativement chaudes. Nos résultats corroborent ceux de Grogga *et al.* (2017) sur la même rivière et de Ngoay-kossy *et al.* (2018) sur le cours d'eau Nguitto en République centrafricaine. En ce qui concerne le pH, la valeur élevée a été enregistrée en saison pluvieuse. Cette valeur élevée pourrait être la résultante des eaux de ruissellement. Selon Brugneaux *et al.* (2004) et Gagnon-Légaré & Pedneau (2004), les eaux de ruissellements favorisent un enrichissement du milieu aquatique en éléments

nutritifs pendant la saison des pluies. Les travaux de Troech *et al.* (2004) et de Grogga *et al.* (2017) corroborent cette observation. En effet, selon Himmi *et al.* (2003), la minéralisation de la matière organique par les microorganismes contenus dans les eaux de ruissellement entraîne une précipitation des carbonates et augmente le pH.

Les communautés de macroinvertébrés de la rivière Lobo sont composées de 109 taxons. Elles sont regroupées en 6 groupes zoologiques que sont les Insectes, les Mollusques (Gastéropodes et Bivalves), les Crustacés, les Arachnides, les Annélides (Oligochètes et Achètes) et les Hydracariens. Cette richesse taxonomique est supérieure à celles obtenues par Edia *et al.* (2007) dans la rivière côtière (Soumié, Eholié, Ehania et Noé) et Diomandé (2001) dans les rivières Bia et Agnéby qui ont enregistré respectivement 64 et 50 taxons. Cette différence de taxons pourrait être due à l'étendue de la zone d'étude ainsi d'une part. En effet, l'étude a été réalisée sur la rivière Lobo et ses affluents. Cette différence taxonomique s'expliquerait par le type d'outils utilisés d'autre part. En effet, les travaux de Edia *et al.* (2007) ont été réalisés à l'aide d'un filet troubleau alors que l'échantillonnage des macroinvertébrés dans le cas de notre étude a été réalisé à l'aide d'un filet troubleau et d'une Benne Van Venne. Pour Allouko *et al.* (2019), l'utilisation conjuguée de ces deux outils permet d'explorer le peuplement des macroinvertébrés de la surface et du fond des stations. Par ailleurs, la composition faunistique des macroinvertébrés de la rivière Lobo correspond à celle des eaux douces africaines (Ramade, 2003 ; Edia, 2008 ; Ben *et al.*, 2014 ; Kouamé, 2014).

La richesse taxonomique des communautés de macroinvertébrés de la rivière Lobo est majoritairement représentée par les insectes, avec 89 taxons, soit 81,65 %. Les Mollusques représentent le second groupe zoologique le plus dominant (12,84 %). La forte représentativité du groupe d'Insecte a été signalée par Camara *et al.* (2012) dans la rivière du banco. Cette dominance d'insecte serait due à leur caractère ubiquistes et à leur grande plasticité écologique. En effet, selon Gagnon & Pedncau (2006) et Diomandé *et al.* (2009), le groupe taxonomique le plus diversifié parmi les macroinvertébrés aquatiques sont les insectes (près de 95 %).

L'abondance selon les groupes indique la dominance des insectes (2379 individus, soit 59,83 %), suivi des mollusques (1482 individus, soit 37,27 %). Ce résultat corrobore avec ceux de Edia (2008) et Kouamé (2014). La dominance des Insectes dans la rivière pourrait être due à la présence de végétaux aquatiques (Déjoux, 1969). Selon Déjoux (1969), les Insectes sont inféodés à la végétation aquatique et semi-aquatique. Au sein des Insectes l'ordre le plus dominant est celui des Diptères (774 individus). Cet ordre est majoritairement dominé par la famille des Chironomidae. Ce résultat corrobore avec ceux de Diomandé *et al.* (2009) observé sur la rivière Agnéby et de Ouattara (2016) dans le lac Kodjoboué. La forte abondance des

populations de Chironomidae s'expliqueraient par leur tolérance aux conditions extrêmes (Di Giovanni *et al.*, 1996). Par conséquent, ces organismes s'avèrent presque toujours numériquement prédominants dans les milieux lenticques et lotiques (Di Giovanni *et al.*, 1996).

Concernant les mollusques, leur représentation à toutes les stations et en particulier leur abondance à la station L3 serait due à la couverture importante de cette zone par la végétation. Ce résultat corrobore celui de Tenkiano (2017) sur les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Guinée. En effet, selon cet auteur, les mollusques abondent les zones à végétation importante et relativement calme. Parmi les familles de Mollusques enregistrées, celle des Thiaridae est la plus abondante. Cette forte représentativité de la famille des Thiaridae a été signalée par Kouamé (2014) dans le Lac Taabo. Selon Kouamé (2014), cette famille de mollusque aurait un avantage sur le plan compétitif sur les autres taxons de Mollusques, du fait de sa croissance rapide et de la déplétion des ressources.

Relativement au temps, les plus grands effectifs de macroinvertébrés ont été observés en saison pluvieuse. Ce constat serait lié à l'abondance des végétaux aquatiques pendant cette saison. En effet, ces macrophytes constituent un micro-habitat favorable pour les espèces (Kabré *et al.*, 2002 ; Kouamé *et al.*, 2011 ; Sanogo *et al.*, 2014).

L'analyse des résultats de ACC indique que les variables environnementales tels le pH, la conductivité, la profondeur, la température, la transparence et l'oxygène dissous influencent significativement la communauté de macroinvertébrés dans la rivière Lobo. Les résultats de cette étude corroborent ceux d'autres travaux qui ont montré la corrélation positive entre la structure des macroinvertébrés et les variables environnementales. Selon une étude menée dans un milieu humide au centre des montagnes himalayennes de l'Inde, d'importantes relations statistiques ressortent en corrélant l'abondance et la diversité des macroinvertébrés avec des fluctuations de facteurs environnementaux causés par les perturbations dues aux activités anthropiques. Bond & Downes (2003) ont montré que la composition et l'organisation des communautés de macroinvertébrés aquatiques sont influencées par les caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

L'indice de Shannon et de l'équitabilité de Pielou du milieu présente les mêmes tendances. Ils mettent en évidence que le milieu est diversifié. Ces indices sont le reflet des milieux offrant aux macroinvertébrés des conditions favorables à leur développement. Ces résultats sont semblables à ceux de Kouamé (2014) obtenus dans le lac Taabo. En d'autres termes, les faibles valeurs des indices de diversité proviendraient de la détérioration de la qualité des eaux qui entraîne la disparition de certaines espèces polluo-sensibles (Tauzin, 2008 ; Karrouch & Chahlaoui, 2009 ; Tachet *et al.*, 2010).

L'évaluation de la qualité écologique de l'hydrosystème à partir de l'indice d'Hilsenhoff a montré que les eaux de la rivière restent moyennes. Cette situation est accentuée aux stations L1, L5, D1, et D2 qui subissent une pollution précaire. Cette pollution des eaux serait due à la persistance des activités anthropiques autour de ces différentes stations. En effet, ces stations sont soumises à un apport important de matières organiques, de déchets des habitants et de pesticides provenant du lessivage des terres agricoles sur le versant de la rivière (riziculture, hévéaculture, culture de palmier à huile). Selon Sanogo *et al.* (2014), ces apports ont des effets néfastes tant sur la qualité écologique du milieu que sur les communautés de macroinvertébrés. Ces résultats corroborent ceux de Kamb-Tshijik *et al.* (2015) obtenus au niveau des rivières Kinkusa, Gombé et Mangengenge au Congo.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

La présente étude a permis d'avoir une connaissance sur la dynamique des communautés de macroinvertébrés en relation avec les paramètres physico-chimiques de la rivière Lobo et d'en évaluer sa qualité écologique.

L'analyse de la variation des paramètres abiotiques a relevé qu'à l'exception de la conductivité et de la transparence, les autres paramètres étudiés ne varient pas significativement d'une station à l'autre. Au niveau temporel, la valeur moyenne de la température est plus élevée en saison sèche qu'en saison pluvieuse. Les plus faibles valeurs concernant le pH et la transparence de l'eau sont enregistrées en saison sèche. La concentration de l'oxygène dissous dans le milieu est plus élevée en saison sèche.

L'inventaire des communautés de macroinvertébrés dans la rivière Lobo a permis de recenser 109 taxons repartis en 6 groupes zoologiques à savoir les Insectes, les Mollusques, les Crustacés, les Arachnides, Annélides et les Hydracariens. Les Insectes ont été les taxons les plus dominant en terme de richesse taxonomiques représentés par 89 taxons regroupés sous 8 ordres et 47 familles. Les Hémiptères constituent l'Ordre le plus diversifié avec 24 taxons. Les Insectes constituent le groupe zoologique le plus abondant sur la rivière. Ils cumulent 59,83 % des individus récoltés (représentés sur toutes nos stations). Ils sont suivis des mollusques avec 37,27 % de l'effectif, et dominant à la station L3.

L'étude de la variation temporelle a révélé que la communauté de macroinvertébrés est plus abondante en saison pluvieuse. Dans l'ensemble, les indices de diversité indiquent que le peuplement de macroinvertébrés de la rivière est diversifié.

L'analyse des résultats de ACC indique que les variables environnementales tels le pH, la conductivité, la profondeur, la température, la transparence et l'oxygène dissous influencent significativement la communauté de macroinvertébrés dans la rivière Lobo.

L'état de santé écologique évalué à partir de l'indice d'Hilsenhoff a indiqué que la qualité écologique des eaux aux stations d'échantillonnage de la rivière Lobo reste moyenne. Cela est dû à une pollution organique assez substantielle sur l'ensemble de la rivière.

En perspectives, une étude du phytoplancton et de la qualité microbiologique doit être menée afin de bien se prononcer sur la qualité écologique de la rivière Lobo. De même, élaborer un modèle de biosurveillance et de surveillance chimique de la rivière doit être mené en vue de sa préservation sur une longue durée.

## **REFERENCES**

- Adjagodo A., Tchibozo M.A.D., Kèlomè N.C. & Lawani R. (2016). Flux des polluants liés aux activités anthropiques, risques sur les ressources en eau de surface et la chaîne trophique à travers le monde : synthèse bibliographique. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(3) : 1459-1472.
- Affoué B.Y., Bi Tié A.G., Alioune K., Oi Mangoua J.M. & Kouamé A.K. (2016). Cartographie du potentiel en eau souterraine du bassin versant de la Lobo (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) : approche par analyse multicritère. *Hydrological Sciences Journal*, 61(5) : 856-867.
- Agbani B.C.J. (2013). Evaluation de la qualité de l'eau du fleuve Ouémé à Bétérou dans la perspective de la réalisation d'une retenue d'eau dans la localité pour l'approvisionnement en eau potable. Mémoire de Master en Hydrologie Appliquée, Université d'Abomey-Calavi (Abomey, Bénin), 53 p.
- Aliaune 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.
- Amani A. & Barmo S. (2010). Contribution à l'état des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger. Rapport de Institut de Recherche à Niamey (Niamey, Niger), 40 p.
- Amanieu M. & Lasserre G. (1982). Organisation et évolution des peuplements lagunaires. *Oceanologica Acta*, 4 : 201-213.
- Ben M.A., Chahlaoui A., Rour E. & Chahboun M. (2014). Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued lchoumane. Moulay idriss Zerhoun, Maroc (Taxonomie diversity and structure of benthic macrofauna of surface water of Khoumane River. Moulay idriss Zerhoun, Morocco). *Journal of Environnementat Mater Scientific*, 5(1) : 183-198.
- Benbow M.E., Burky A.J. & Way C.M. (2003). Life cycle of a torrenticolous Hawaiian chironomid (*Telmatogeton torrenticola*) : stream flow and microhabitat effects. *International Journal of Limnology*, 39 : 103-114.
- Bond N.R. & Downcs B.J. (2003). The independent and interactive effects of fine sédiment and flow on benthic invertebrate communities characteristic of small upland streams. *Freshwater Biology*, 48 : 455-465.

- Bony Y.K. (2007). Biodiversité et écologie des mollusques gastéropodes d'eau douce en milieu continental ivoirien (bassins de la Mé, de l'Agnéby et du Banco). Traits d'histoire de vie d'une espèce invasive *Indoplanorbis exustus* (Deshayes, 1834). Thèse de Doctorat de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (Perpignan, France), 217 p.
- Brou Y.T. (2005). Climat, mutations socio- économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université des sciences et technologies de Lille (Lille, France), 226 p.
- Brugneaux S., Pierret L. & Mazataud V. (2004). Les agressions d'origine anthropique sur le milieu marin côtier et leurs effets sur les écosystèmes coralliens et associés de la Martinique. *In* : Les Cahiers de l'Observatoire N°1. Observatoire du milieu marin martiniquais. Edition 2004, Martinique (France), p. 96-104.
- Cabioc'h J., Floch J., Letoquin A., Boudouresque C., Meinesz A. & Verlaque M. (1992). Guide des algues des mers d'Europe. *In* : Les guides naturaliste. Delachaux & Niestlé (Eds.), (Paris, France) , pp. 231-240.
- Camara A.I., Diomandé, D., Bony Y.K., Ouattara A., Franquet E. & Gourènc G. (2012). Diversity assessment of benthic macroinvertebrate communities in Banco National Park (Banco Stream, Côte d'Ivoire). *African Journal of Ecomogy*, 50 : 205-217.
- 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.
- Camargo, J.A., Alonso A. & De La Puente M. (2004). Multimetric assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based on benthic macroinvertebrates. *Environmental Monitoring and Publishers*, 96 : 233-249.
- Chessman.B.C. (1995). Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates : A procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and biotic index. *Australian journal of ecology*, 20 : 122-129.
- Dajoz R. (2000). Précis d'Ecologie. 7ème édition, Dunod, (Paris, France), 615 p.
- Deguy J-P.A., N'Go A.Y., Kouassi H.K., Soro E.G. & Bi Goula A.T. (2018). Contribution of a Geographical Information System to the Study of Soil Loss Dynamics in the Lobo Catchment (Côte d'Ivoire). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 6 : 183-194.
- Dejoux C., Elouard J.M., Forge P. & Maslin J.L. (1983). Catalogue Iconographique des Insectes Aquatiques de Côte d'Ivoire. Rapport ORSTOM, Paris (France), 178 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.
- de Moor I.J., Day J.A., Stewart B.A. & Louw A.E. (2001). Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 4 : Crustacea III : Bathynellacea, Amphipoda, Isopoda, Spelaeogriphacea, Tanaidacea, Decapoda. WRC Report No. TT 320/07 Water Research Commission, Pretoria, South Africa, 141 p.
- de Moor I.J. & Day J.A. (2003). Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 8 : Insecta II : Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, Trichoptera & Lepidoptera. WRC Report No. TT 214/03 Water Research Commission, Pretoria, South Africa, 207 p.
- de Moor I.J., Day J.A. & Harrison A.D. (2003). Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 9 : Diptera. WRC Report No. TT 201/02 Water Research Commission, Pretoria, South Africa, 200 p.
- de Moor I.J. & Stals R. (2007). Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa Volume 10 : Coleoptera. WRC Report No. TT 320/07 Water Research Commission, Pretoria, South Africa, 263 p.
- Dickens C.W.S. & Graham P.M. (2002). The South African Scoring System (SASS) Version 5 rapid bioassessment methods for rivers. *African Journal of Aquatic Sciences*, 27 : 1-10.
- Die K.P. (2006). Renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Daloa à partir du barrage de Buyo en Côte d'Ivoire. Mémoire de fin de formation (Daloa, Côte d'Ivoire), 77 p.
- Diétoa Y.M. (2002). Entomofaune et stratégies alimentaires des poissons du genre *Brycinus* (Characidae) en milieux fluviales et lacustre (Bassin Bia et Agnéby ; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université d'Abob-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 261 p.
- Di Giovanni M.V., Goretti E. & Tamanti V. (1996). Macrobentbos in Montedoglio Reservoir, central Italy. *Hydrobiologia*, 321 : 17-28.
- Diomandé D. (2001). Macrofaune benthique et stratégies alimentaires de synodontis Bastiani et S.schal en milieu fluvio-lacustre (Bassins Bia et Agnéby; Cote d'Ivoire ). Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Cote d'Ivoire), 260 p.
- Diomandé D. & Gourène G. (2005). Premières données sur le macrofaune benthique de l'hydrosystème fluvio-lacustre de la Bia (Côte d'Ivoire). *Sciences of Nature*, 2(2) : 167-176.

- Diomandé D., Kotchi Y.B., Edia O.E., Konan K.F. & Gourène G. (2009). Diversité des macroinvertébrés benthiques de la Rivière Agnéby (Côte d'Ivoire ; Afrique de l'Ouest). *European Journal of Scientific Research*, 33(3) : 368-377.
- Djemali N.H. & Rahal Y.S. (2019). Les macroinvertébrés benthiques de quelques ruisseaux du parc national d'El Kala : structure, diversité et qualité biologique de l'eau. Mémoire de Master, Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, Université de Biskra (Biskra, Algérie), 81 p.
- Edia O. E., Brosse S., Ouattara A., Gourène G., Winterton P. & Lek-Ang S. (2007). Aquatic insect assemblage patterns in four West-African coastal rivers. *Journal of Biological Sciences*, 77 : 1130-1138.
- 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.
- Frontier S. (1983). Stratégies d'Echantillonnage en Ecologie. Masson, Paris (France), 494 p.
- Firmignac F. & Lascaux J. M. (2008). Analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques sur les stations à Moules perlières (*Margaritifera margaritifera*) du Cousin. Etudes et Conseils en Gestion de l'Environnement Aquatique (Toulouse, France), 108 p.
- Foveau A. (2009). Habitats et communautés benthiques du bassin oriental de la Manche : Etat des lieux au début du xxi<sup>ème</sup> siècle. Thèse de Doctorat, Université Lille 1 (Lille, France), 300 p.
- Gagnon E. & Pedneau J. (2006). Surveillance Volontaire (Sur Vol) Benthos, guide du volontaire, programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau. CVRB Québec (Canada), 25 p.
- Gagnon-Légaré A. & Pedneau J. (2004). Un état alarmant de l'état des lacs et des limitations d'usages reliées aux plantes aquatiques et aux sédiments : Bilan 1996-2003. Sherbrooke (Canada), 319 p.
- Groga N., Akedrin T.N., Komoé K., Thiegba K., Akaffou D.S. & Ouattara A. (2017). Distribution spatio-saisonnière des cyanobactéries le long du cours d'eaux, la Lobo Haut Sassandra. *Tropicultura*, 35(4) : 288-299.
- Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. (2001). Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologica Electronica*, 4(1) : 1-9.

- Haouchine S. (2011). Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire de Magister en sciences biologiques, Université Moulaud Mammeri de Tizi-ouzou (Alger, Algérie), 157 p.
- Hébert S. & Légaré S. (2000). Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement. Rapport n° QE-123, Québec (Canada), 24 p.
- Hilsenhoff W.L. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of North American Benthological Society*, 7(1) : 65-68.
- Himmi N., Fekhaoui M., Foutlane A., Bourchich H., El Maroufy M., Benazzou T. & Hasnaoui M. (2003). Relation planctons descripteurs physique et chimique dans un bassin de maturation (Lagunage Mixte Ben Slimane-Maroc). *Riview Idrobiologia*, 1(3) : 107-129.
- Kabré T.A., Dinguingué D. & Bouda S. (2002). Effet du rétrécissement de la superficie d'eau sur les macroinvertébrés du lac de barrage de la Comoé, Sud-ouest du Burkina Faso. *Science et Technique, série Sciences Naturelles et Agronomie*, 26(1) : 37-49.
- Kamb-Tshijik T.J-C., Ifuta N.S., Mbaya A.N. & Pwema V.K. (2015). Influence du substrat sur la répartition des macroinvertébrés benthiques dans un système lotique : cas des rivières Gombe, Kinkusa et Mangengenge. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2) : 970-985.
- Karrouch L. & Chahlaoui A. (2009). Bio-evaluation de la qualité des eaux de l'Oued Boufekrane, Meknes, Maroc. *Biomatec Echo*, 3 (6) : 6-17.
- Kouamé M.K., Diétoa M.Y., Edia E.O., Da Costa S.K., Ouattara A. & Gourène G. (2011). Macroinvertebrates communities associated with macrophyte habitats in a tropical man-made lake (Lake Taabo, Cote d'Ivoire). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 400(03) : 2-18.
- Kouamé 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 Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 161 p.
- Laine A.O. (2003). Distribution of soft-bottom macrofauna in the deep open Baltic Sea in relation to environmental variability. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57 : 87-97.
- Lamizana-Diallo M., Kenfach S. & Millogo-Rasolodimby J. (2008). Evaluation de la qualité physico-chimique de l'eau d'un cours d'eau temporaire du Burkina Faso : Le cas de Massili dans le Kadiogo. *Sud Sciences and Technologies*, 16 : 23-28.

- Mary N. (2017). Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Guide d'identification, Davar, Nouvelle-Calédonie, 182 p.
- Moisan J. & Pelletier L. (2008). Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec : Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 86 p.
- Moisan J. (2010). Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec : Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 82 p.
- Ngoay-kossy J.C., Zébazé T.S.H., Wango S.P., Bolevane O.S.F., Tchakonté S. & Piscart C. (2018). Bioindicateurs des milieux aquatiques lotiques en république centrafricaine : macro-invertébrés benthiques et pression anthropique du cours d'eau nguitto. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 73(4) : 603-616.
- Ouattara D.S. (2016). Diversités taxonomique et fonctionnelle des macroinvertébrés du lac Kodjouboué (Côte d'Ivoire). Mémoire de Master en sciences et gestion de l'environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 74 p.
- Pielou E.C. (1969). An introduction to mathematical ecology. Wiley Intersciences, New York, 285 p.
- Ramade F. (2003). Elément d'écologie. 3<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris (France), 190 p.
- Sadat A.W., Essan B.Z.N., Siaka S. & Parinet B. (2011). Intérêt de l'analyse multidimensionnelle pour l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau d'un système lacustre tropical : cas des lacs de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 38 : 2573-2585.
- Salencon 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.
- 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.
- Shannon C.E. & Weaver W. (1963). The mathematical theory of communication. Urbana University Press(Illinois, Etats-Unis), 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.

- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2000). Invertébrés d'eau douce. Systématique, Biologie, écologie, CNRS, Paris (France), 588 p.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2010). Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie, CNRS, Paris (France), 607 p.
- Tauzin D. (2008). Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval (Québec, Canada), 140 p.
- Tenkiano D.N.S. (2017). Macroinvertébrés benthiques et hyphomycètes aquatiques : diversité et implication dans le fonctionnement écosystémique des cours d'eau de Guinée. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse (Toulouse, France), 249 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.
- Troeh F.R., Hobbs J.A. & Donahue R.L. (2004). Soil and water conservation : for productivity and environmental protection. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey (USA). *Soil science*, 132(2) : 181-189.
- Vergon J.P. & Bourgeois C. (1993). Diptères chironomides (larves aquatiques), Caractères généraux, sous-familles et tribus. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 62 (4) : 101-132.
- Washington H.G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices : a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18 : 653-694.
- Yapo M.L. (2013). Diversité et dynamique des populations d'insectes des étangs de fermes piscicoles de la Côte d'Ivoire : Cas de Layo, Azaguié, Anyama I et Anyama II. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 162 p.
- Ysebaert T., Herman P.M.J., Meire P., Verbeek H. & Heip C.H.R. (2003). Large-scale spatial patterns in estuarine macrobenthic communities in the schelde estuary, NW Europe. *Estuarine, coastal and shelf science*, 57 : 335-355.

# **ANNEXE**

### Hilsenhoff Family Biotic Index (FBI)

The FBI is calculated by multiplying the number in each family by the tolerance value for that family (Table 1), summing the products, and dividing by the total arthropods in the sample (Hilsenhoff 1988).

Use the numbers from Table 1 and Table 2 to complete the equation below.

$$FBI = \frac{\text{Total}(nxa)}{\text{Total}(n)} :$$


--	--	--

Family Biotic Index    Water Quality    Degree of Organic Pollution

Table 1 : Tolerance values for families of stream arthropods in the western Great Lakes region (Hilsenhoff 1988).

Order	Family	Tolerance value (a)	Tally (n)	Product (nxa)
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	1		
<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae	4		
	Caenidae	7		
	Heptageniidae	4		
	Leptophyphidae	4		
<b>Odonata</b>	Aeshnidae	3		
	Calopterygidae	5		
	Coenagrionidae	9		
	Libellulidae	9		
<b>Trichoptera</b>	Hydropsychidae	4		
	Hydroptilidae	4		
	Leptoceridae	4		
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	0		
<b>Lepidoptera</b>	Pyralidae	5		
<b>Coleoptera</b>	Elmidae	4		
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	6		
	Chironomini (blood-red)	8		
	Chironomidae (other)	6		
	Empididae	6		
	Psychodidae	10		
	Simuliidae	6		
	Tabanidae	6		
	Tipulidae	3		
<b>Amphipoda</b>	Gammaridae	4		
<b>Isopoda</b>	Asellidae	8		
			<b>Total(n):</b>	<b>Total(nxa):</b>

Tableau 2 : Evaluation of water quality using the family-level biotic index

<b>Family Biotic Index</b>	<b>Water Quality</b>	<b>Degree of Organic Pollution</b>
0.00-3.75	Excellent	Organic pollution unlikely
3.76-4.25	Very Good	Possible slight organic pollution
4.26-5.00	Good	Some organic pollution probable
5.01-5.75	Fair	Fairly substantial pollution likely
5.76-6.50	Fairly poor	Substantial pollution likely
6.51-7.25	Poor	Very substantial pollution likely
7.26-10.00	Very poor	Severe organic pollution likely

## **RESUME**

L'intensification des activités agricoles et l'urbanisation galopante auraient des impacts négatifs sur la rivière Lobo. Portant, cette rivière est utilisée par la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI) pour approvisionner la population de la ville de Daloa et certains villages environnants en eau potable. L'étude de la dynamique spatio-temporelle des communautés de macroinvertébrés de la rivière a pour but d'évaluer sa qualité écologique. Pour ce faire, pendant les deux grandes saisons de la zone, entre Novembre 2018 et Septembre 2019 les paramètres abiotiques ont été mesurés et les macroinvertébrés ont été échantillonnés à l'aide d'un filet troubleau et d'une benne van Veen. Les paramètres abiotiques analysés ne varient pas significativement d'une station à une autre exceptée la profondeur et la conductivité de l'eau alors qu'ils varient dans le temps sauf la conductivité et l'oxygène dissous. Relativement à la communauté de macroinvertébrés, au total 109 taxons ont été inventoriés et répartis en 6 groupes zoologiques (Insectes, Mollusques, Annélides, Arachnides, Crustacés et Hydracariens). Les Insectes sont plus abondants et diversifiés. Parmi les Insectes, l'ordre le plus abondant est celui des Diptères, suivi des Ephéméroptères. Dans ce groupe, les Hémiptères sont les plus diversifiés. En outre, l'effectif le plus élevé de la communauté a été observé en saison pluvieuse. Les indices de diversité ne varient pas significativement tant au niveau spatial que temporel. Dans l'ensemble, l'indice d'Hilsenhoff indique que la qualité écologique de la rivière Lobo est moyenne.

**Mots clés** : Dynamique des communautés, qualité écologique, macroinvertébrés, Rivière Lobo.

## **ABSTRACT**

Intensification of agricultural activities and rapid urbanisation would have negative impacts on the Loba River. However, this River is used by the Côte d'Ivoire water distribution company to supply the population of the city of Daloa and some surrounding villages with drinking water. The study of the spatio-temporal dynamics of the river's macroinvertebrate communities aims to assess its ecological quality. For this purpose, during the two main seasons of the area, between November 2018 and September 2019, abiotic parameters were measured and macroinvertebrates were sampled using a dip net and a van veen bucket. The abiotic parameters analysed do not vary significantly from one station to another except for water depth and conductivity, while they vary over time except for conductivity and dissolved oxygen. With regard to the macroinvertebrate community, a total of 109 taxa were inventoried and divided into 6 zoological groups (Insects, Molluscs, Annelids, Crustaceans and Hydracarans). Insects are the most abundant and diverse. Among the insects, The most abundant order is the Dipera followed by the Ephemeroptera. Within this group, the Hemiptera are the most diverse. In addition, the highest number of the community was observed in the rainy season. The diversity indices did not vary significantly either spatially or temporally. Overall, the Hilsenhoff index indicates that the quality of the Lobo River is average.

**Keywords** : Community dynamics, ecological quality, macroinvertebrates, Lobo River.