



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR ENVIRONNEMENT**

ANNEE : 2018-2019

N° D'ORDRE : 014

**CANDIDAT**

Nom : DOFFOU

Prénoms : Richard Jean Olive

**Soutenue publiquement**

**le: 05 mars 2020**

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

## **THESE**

**Pour l'obtention du grade de Docteur de  
l'Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Mention : Ecologie, Biodiversité et Evolution**

**Spécialité : Hydrobiologie**

**Influence de l'orpaillage sur la diversité du peuplement  
ichtyologique et l'écologie alimentaire d'une espèce  
endémique (*Micralestes eburneensis* Daget, 1964) dans le  
fleuve Cavally (Ouest de la Côte d'Ivoire)**

## **JURY**

**Président : M. KOUADIO Yatty Justin, Professeur Titulaire, Université  
Jean LOROUGNON GUEDE**

**Directeur : M. KONAN Koffi Félix, Maître de Conférences, Université Jean  
LOROUGNON GUEDE**

**Rapporteur : M. KONE Tidiani, Professeur Titulaire, Université Jean  
LOROUGNON GUEDE**

**Examineur : M. KONAN Kouakou Séraphin, Maître de Conférences,  
Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Examineur : M. EDIA Oi Edia, Maître de Conférences, Université NANGUI  
ABROGOUA**

## TABLE DES MATIERES

<b>DEDICACE.....</b>	<b>VI</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET ACRONYMES .....</b>	<b>X</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : GENERALITES .....</b>	<b>5</b>
1.1. MILIEU D’ETUDE .....	6
1.1.1. Hydrographie, profil en long et hydrologie du fleuve Cavally .....	6
1.1.2. Climat .....	8
1.1.3. Ressources forestières et communauté aquatique .....	9
1.1.3.1. Ressources forestières .....	9
1.1.3.2. Communautés aquatiques.....	9
1.1.4. Activités anthropiques dans la zone d’étude .....	13
1.2. STATUT DE CONSERVATION, VULNERABILITE ET HABITAT DES ESPECES DE POISSONS .....	15
1.2.1. Statut de conservation .....	15
1.2.2. La vulnérabilité .....	16
1.2.3. L’habitat .....	17
1.3. ECOLOGIE ALIMENTAIRE .....	17
1.3.1. Méthodes d’évaluation du régime alimentaire .....	18
1.3.2. Relations d’allométrie .....	18
1.3.2.1. Relation longueur-poids .....	18
1.3.2.2. Facteur de condition .....	20

<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>21</b>
2.1.1. Matériel de localisation des stations et de prise de vues .....	22
2.1.2. Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques .....	22
2.1.3. Matériel d'acquisition des données ichtyologiques .....	24
2.1.3.1. Matériel d'échantillonnage des poissons.....	24
2.1.3.2. Matériel de mensuration, de pesée, de conservation et d'identification des poissons .....	24
2.2. METHODES .....	26
2.2.1. Description des stations d'échantillonnage .....	26
2.2.2. Mesure des variables environnementales .....	30
2.2.2.1. Variables physico-chimiques .....	30
2.2.2.2. Caractéristiques de l'habitat .....	31
2.2.3. Echantillonnage et identification de la faune ichtyologique .....	31
2.2.4. Caractérisation du peuplement ichtyologique du fleuve Cavally.....	32
2.2.4.1. Richesse spécifique .....	32
2.2.4.2. Pourcentage d'occurrence (F) .....	33
2.2.5. Evaluation de la qualité écologique du fleuve Cavally .....	33
2.2.5.1. Indice de diversité de Shannon (H').....	33
2.2.5.2. Indice d'équitabilité (E) .....	34
2.2.6. Statut de conservation, vulnérabilité, habitat et aire de distribution des espèces de poissons .....	34
2.2.7. Paramètres biologiques de la population de <i>Micralestes eburneensis</i> .....	35
2.2.7.1. Spectre de tailles.....	35
2.2.7.2. Relations longueur-poids.....	36
2.2.7.3. Facteur de condition .....	36
2.2.8. Ecologie alimentaire.....	37
2.2.8.1. Analyse des contenus stomacaux .....	37
2.2.8.2. Coefficient intestinal moyen et coefficient de vacuité .....	37
2.2.8.3. Indices alimentaires.....	38

2.2.8.4. Stratégie alimentaire.....	39
2.2.9. Traitements statistiques .....	41
2.2.9.1. Statistiques univariées .....	41
2.2.9.2. Analyses multivariés .....	44
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>45</b>
3.1. CARACTERISTIQUES DU PEUPLEMENT ICHTYOLOGIQUE DU FLEUVE CAVALLY .....	46
3.1.1. Résultats .....	46
3.1.1.1. Analyse qualitative de l'ichtyofaune du fleuve Cavally .....	46
3.1.1.1.1. Estimation de la richesse spécifique de l'ichtyofaune du fleuve Cavally	46
3.1.1.1.2. Composition taxonomique de l'ichtyofaune du fleuve Cavally.....	46
3.1.1.1.3. Variation spatiale de la richesse spécifique de l'ichtyofaune du fleuve Cavally .....	52
3.1.1.1.4. Variation saisonnière de l'ichtyofaune.....	55
3.1.1.1.5. Pourcentage d'occurrence des espèces de poissons .....	56
3.1.1.2. Analyse quantitative de l'ichtyofaune du fleuve Cavally .....	61
3.1.1.2.1. Abondance relative de l'ichtyofaune du fleuve Cavally .....	61
3.1.1.2.2. Variation spatiale de l'abondance de l'ichtyofaune du fleuve Cavally....	63
3.1.1.2.3. Variation saisonnière de l'abondance relative de l'ichtyofaune du fleuve Cavally .....	64
3.1.2. Discussion .....	68
3.2. QUALITE ECOLOGIQUE DU FLEUVE CAVALLY.....	71
3.2.1. Résultats .....	71
3.2.1.1. Caractéristiques environnementales du fleuve Cavally .....	71
3.2.1.1.1. Variation spatiale des paramètres physico-chimiques .....	71
3.2.1.1.2. Variation spatiale des paramètres hydromorphologiques, du substrat et de la canopée.....	73
3.2.1.1.3. Variation spatiale métaux lourds et cyanure total .....	74
3.2.1.1.4. Variation spatiale des sels nutritifs.....	75
3.2.1.1.5. Variation saisonnière des paramètres physico-chimiques.....	75
3.2.1.1.6. Variation saisonnière des paramètres hydromorphologiques.....	78

3.2.1.1.7. Perturbation des caractéristiques environnementales du fleuve Cavally par l'activité d'orpaillage clandestin .....	78
3.2.1.2. Degré d'organisation du peuplement ichtyologique .....	80
3.2.1.2.1. Variation spatiale de l'indice de diversité et de l'équitabilité de Shannon .....	80
3.2.1.2.2. Variation saisonnière de l'indice de diversité de Shannon .....	80
et de l'équitabilité.....	80
3.2.1.3. Espèces caractéristiques des zones d'études par la Méthode IndVal.....	81
3.2.1.4. Influence des paramètres de l'environnement sur l'organisation du peuplement ichtyologique.....	82
3.2.1.5. Contamination de la chair des poissons par les métaux lourds.....	84
3.2.2. Discussion .....	85
3.3. STATUT DE CONSERVATION, VULNERABILITE ET HABITAT DE LA FAUNE ICHTYOLOGIQUE DU FLEUVE CAVALLY .....	93
3.3.1. Résultats .....	93
3.3.1.1. Statut de conservation des espèces de poissons .....	93
3.3.1.2. Vulnérabilité à la pression de pêche du peuplement ichtyologique .....	94
3.3.1.3. Habitat du peuplement ichtyologique .....	95
3.3.2. Discussion .....	96
3.4. ECOLOGIE TROPHIQUE DE <i>MICRALESTES EBURNEENSIS</i> .....	98
3.4.1. Structure en tailles de <i>Micralestes eburneensis</i> .....	98
3.4.1.1. Distribution des fréquences de tailles.....	98
3.4.1.2. Relations longueur-poids.....	99
3.4.1.3. Facteur de condition .....	101
3.4.2. Régime alimentaire de <i>Micralestes eburneensis</i> .....	102
3.4.2.1. Morphologie du tube digestif .....	102
3.4.2.2. Régime alimentaire général.....	103
3.4.2.3. Variation spatiale du régime alimentaire .....	106
3.4.2.4. Régime alimentaire en fonction des saisons .....	109
3.4.2.5. Stratégie alimentaire.....	119

3.4.3. Discussion .....	121
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>124</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>128</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>151</b>

## DEDICACE

*À notre Père, Feu DOFFOU Aké Jean Paul, pour l'éducation reçue et pour le sens du travail bien fait qu'il nous a inculqués. Que cette thèse soit le témoignage de notre gratitude.*

*À notre Mère, Feue N'GUESSAN N'taho Madeleine Épse DOFFOU qui n'a pu savourer le fruit de tant de sacrifices, de privations et d'efforts consentis pour nous. De là où elle se trouve, que cet aboutissement lui arrache son tendre sourire et sa satisfaction.*

*À notre Belle Mère, Feue BEMIBEGO Amouan Solange épouse Anoh qui n'a pu voir l'achèvement de ce travail.*

*À nos Frères, Sœurs et Amis qui nous ont quittés très tôt dans ce combat sur la terre des hommes.*

## **REMERCIEMENTS**

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet intitulé " Etude hydrobiologique du fleuve Cavally dans la zone d'influence de la SMI", mis en œuvre par la SMI (Société des Mines d'Ity ) en 2015, pour l'exploitation des gisement de Gbeitouo, Walter, Zia Nord-Est, Ity, Tontouo et Daapleu dans le département de Zouan-Hounien.

Plusieurs personnes ont contribué à l'élaboration de cette thèse. Qu'elles trouvent ici l'expression de ma plus grande reconnaissance.

Je voudrais remercier Madame TIDOU A. Sanogo épouse KONE, Professeur Titulaire et Présidente de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE (UJLoG), Messieurs KONE Tidiani, Professeur Titulaire et Vice-Président chargé de la pédagogie, de la recherche, de la vie universitaire et de l'innovation technologique et AKAFFOU D. Selastique, Maître de Conférences et Vice-Président chargé de la planification, de la programmation et des relations extérieures pour m'avoir permis de réaliser le présent travail à l'Université Jean Lorougnon Guédé.

Je remercie Monsieur KOUASSI K. Lazare, Maître de Conférences et Directeur de l'UFR Environnement de l'UJLoG qui a bien voulu accepter mon inscription au sein de son UFR me donnant ainsi l'opportunité de faire des études doctorales.

Mes remerciements vont à l'endroit de Monsieur KOFFI B. Jean Claude, Maître de Conférences et Directeur du Laboratoire Biodiversité et Ecologie Tropicales de l'UFR Environnement / UJLoG, pour m'avoir donné l'opportunité d'intégrer son laboratoire.

J'exprime mes profonds remerciements à mon Directeur de thèse, Monsieur KONAN K. Félix, Maître de Conférences à l'UFR Environnement de l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour avoir cru en moi et accepté de m'encadrer durant toutes ces années. Je le remercie de m'avoir permis de mener à bien ce travail malgré toutes les difficultés. Sa rigueur, sa disponibilité, son perfectionnisme, sa détermination et sa passion pour le travail bien fait ont été les clés de la réussite de ce travail. Au-delà de l'encadrement scientifique, j'ai trouvé en lui un conseiller, un aîné qui ne cessait de m'écouter et de me donner des conseils. Aussi je lui suis reconnaissant pour le soutien moral et financier durant les moments sombres de ma vie et dans l'achèvement de cette thèse.

Je tiens à remercier chaleureusement toute l'équipe de recherche en Hydrobiologie de l'UJLoG. Particulièrement, Messieurs KONE Tidiani, Professeur Titulaire, BONY K. Yves, Maître de Conférences, ASSEMIAN N. Emmanuel, Maître de Conférences, ALIKO N. Gustave, Maître de Conférences, BOUSSOU K. Charles, Maître-Assistant, KOUAME K. Martin, Maître-

Assistant, KONE Mamadou, Maître-Assistant, DJIRIEOULOU K. Claver, Assistant, Madame YOBOUE A. Nicole épouse KOUAME, Maître-Assistante et Mademoiselle MONNEY A. Ida, Assistante qui m'ont également guidé durant ce travail. Leurs conseils avisés, soutiens, disponibilités et encouragements ont contribué fortement à améliorer ce manuscrit.

Je suis également reconnaissant au Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Ecotechnologie des Eaux de l'Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody qui m'a initié à la recherche particulièrement à Monsieur GOORE Bi Gouli (Maître de Conférences), Directeur dudit Laboratoire.

Je remercie particulièrement les équipes d'hydro-sédimentologie et d'hydrochimie de l'UFR Environnement / UJLoG dirigées respectivement par Messieurs KOUASSI K. Lazare, Maître de Conférences et KONAN K. Seraphin, Maître de Conférences avec qui ce projet a été conduit. Je remercie sincèrement Monsieur N'GUESSAN Oi N'guessan Pierre, Directeur en charge des relations publiques à Endeavour Mining-SMI, Feu Monsieur SERI Bi, ex-Directeur du centre de la SMI, Monsieur DIOMANDE Messouho, Chef du service hygiène, sécurité et environnement de Endeavour Mining-SMI, pour leur coopération dans l'exécution de ces travaux.

Que toutes les communautés villageoises et les communautés de pêcheurs avec qui j'ai travaillé durant ces cinq dernières années reçoivent ici mes remerciements.

Je remercie le Docteur GNANGBE Félix et son épouse Docteur N'GUESSAN K. Yvonne pour la famille qu'ils ont su me donner depuis la disparition de ma mère.

Je tiens à exprimer ma gratitude à mes frères et sœurs, Docteur N'GUESSAN Alexis et son épouse Docteur ASSI A. N. Marina et tous mes amis, pour leurs soutiens constants.

Il me plaît de remercier également mon épouse Madame DOFFOU née AHIZI E. N. Flore pour son soutien sans failles et pour avoir accepté mes absences prolongées durant ces travaux de recherches.

A mes compagnons de recherche, KOFFI A. Mathias, KAMAGATE E. Hadj, KOUAME Toto, BROU L. Alexis, ASSI S. Romuald, ATTOUNGBRE K. Severin, OUATTARA Moussa, AKATCHI A. Agnès, DRAMANE Ouattara et TOURE Ahmed, avec qui j'ai partagé beaucoup de connaissances mais également des moments forts, je dis merci.

Je remercie également les personnes qui, chacune à sa manière, ont pu à un moment donné, m'apporter de l'aide tout au long de mes études.

J'accorde une mention particulière à NAMENE B. Serge et son épouse AHIZI Anick, ABE A. Innocent, SOKOURI A. Edwige, TRAORE B. Melika et YAO B. G. F. Dominique, pour leur soutien sans calcul et l'attention qu'ils m'ont accordé durant mes séjours à Daloa.

La présence du Professeur KOUADIO Yatty Justin dans mon jury de thèse m'honore. Qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance pour avoir accepté de participer et de présider le jury de soutenance de ma thèse.

Mes remerciements vont également à l'endroit du Professeur KONE Tidiani pour ses remarques constructives en tant que rapporteur de cette thèse et dont la contribution a été fort appréciable. Qu'il accepte mes plus sincères remerciements et ma profonde gratitude.

Je tiens à remercier Docteur KONAN Kouakou Séraphin, Maître de Conférences, pour s'être intéressé à mon travail et pour avoir accepté pour sa part de l'examiner en siégeant au sein de ce jury. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma sincère gratitude.

Je remercie Docteur EDIA Oi Edia, Maître de Conférences, pour avoir accepté d'être examinateur de ma thèse. Qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

## **LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET ACRONYMES**

**ACC** : Analyse Canonique de Correspondance

**CITES** : Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction

**CRE** : Conseil Régional de l'Environnement

**GPS** : *Global Positioning System*

**MDDEP** : Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs

**MME CI** : Ministère des Mines et de l'Energie de Côte d'Ivoire

**OIPR** : Office Ivoirien des Parcs et Réserves

**OMVS** : Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal

**SMI** : Société des Mines d'Ity

**TDS** : Taux de solides dissous

**UICN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau I</b> : Liste des espèces de poissons recensées dans le bassin du fleuve Cavally.....	10
<b>Tableau II</b> : Différentes catégories de vulnérabilité vis-à-vis de la pression de pêche définies par Cheung <i>et al.</i> (2005).....	17
<b>Tableau III</b> : Avantages comparés des méthodes utilisées pour l'analyse des contenus stomacaux.....	19
<b>Tableau IV</b> : Mode de classification des statuts de conservation (UICN, 2018).....	34
<b>Tableau V</b> : Comparaison entre les richesses spécifiques observées et prédites du bassin du Cavally .....	46
<b>Tableau VI</b> : Liste des espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.....	47
<b>Tableau VII</b> : Distribution des espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally dans cette étude du fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017. ....	52
<b>Tableau VIII</b> : Classification des espèces de poissons capturées en fonction de leur occurrence enregistrée dans la zone amont échantillonnée sur le fleuve Cavally. ....	57
<b>Tableau IX</b> : Classification des espèces de poissons capturées en zone minière sur le fleuve Cavally en fonction de leur occurrence. ....	58
<b>Tableau X</b> : Classification des espèces de poissons capturées en aval sur le fleuve Cavally en fonction de leur occurrence. ....	60
<b>Tableau XI</b> : Synthèse des données d'occurrence des espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.....	61
<b>Tableau XII</b> : Type de substrats observés dans la portion du Cavally échantillonnée d'avril 2015 à mai 2017 .....	74
<b>Tableau XIII</b> : Teneurs en métaux lourds (mercure et arsenic) et du cyanure total mesurées dans les zones étudiées du fleuve Cavally. ....	75
<b>Tableau XIV</b> : Concentration en sels nutritifs mesurées dans les zones du Cavally étudiées d'avril 2015 à Mai 2017.....	75

<b>Tableau XV</b> : Variation saisonnière des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques mesurés dans les zones du Cavally étudiées d’avril 2015 à mai 2017.	77
<b>Tableau XVI</b> : Variation saisonnière de l’indice de diversité de Shannon (H’), d’équitabilité (E) des peuplements ichtyologiques du fleuve Cavally et de la richesse spécifique (N) des secteurs d’échantillonnage d’avril 2015 à mai 2017.	81
<b>Tableau XVII</b> : Teneur en métaux lourds dans la chair de poissons pêchés dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017.	85
<b>Tableau XVIII</b> : Nombre d’espèces de poissons par catégories de statut de conservation et par zone d’échantillonnage dans le fleuve Cavally.	94
<b>Tableau XIX</b> : Variations saisonnières du facteur de condition de <i>Micralestes eburneensis</i> en fonction des zones de captures d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire).	102
<b>Tableau XX</b> : Pourcentages d’occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et Indice d’aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire).	105
<b>Tableau XXI</b> : Pourcentages d’occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et Indice d’aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d’avril 2015 à mai 2017 dans les différentes zones d’étude du fleuve Cavally (Côte d’Ivoire).	107
<b>Tableau XXII</b> : Indice de Schoener (1970) de la similarité du régime alimentaire ( $\alpha$ ) entre les zones d’études de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire).	109
<b>Tableau XXIII</b> : Pourcentages d’occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et indice d’aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire) durant la saison des pluies et la saison sèche dans la zone en amont.	110
<b>Tableau XXIV</b> : Pourcentages d’occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et indice d’aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire) durant la saison des pluies et la saison sèche dans la zone minière.	111

**Tableau XXV :** Pourcentages d'occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et indice d'aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de *Micralestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) durant la saison des pluies et la saison sèche dans la zone en aval. .... 113

**Tableau XXVI :** Indice de Schoener (1970) de la similarité du régime alimentaire ( $\alpha$ ) entre les saisons sèche et pluvieuse de *Micralestes eburneensis* capturé dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire)..... 114

**Tableau XXVII:** Composition du régime alimentaire et classification des proies recensées dans les contenus stomacaux de *Micralestes eburneensis* en fonction des classes de taille ..... 116

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 1</b> : Bassin hydrographique du fleuve Cavally.....	7
<b>Figure 2</b> : Diagramme ombrothermique du département de Zouan-Hounien.....	8
<b>Figure 3</b> : Les différentes étapes de l'activité d'orpaillage .....	14
<b>Figure 4</b> : Classes de statut de conservation suivant l'échelle de risque d'extinction des espèces .....	16
<b>Figure 5</b> : Appareillage utilisé pour les mesures et prélèvements au cours de cette étude sur le fleuve Cavally.. .....	23
<b>Figure 6</b> : Engins utilisés pour la pêche artisanale.....	25
<b>Figure 7</b> : Localisation de la zone d'étude et des stations d'échantillonnage sur le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).....	27
<b>Figure 8</b> : Vues d'une station en amont .....	28
<b>Figure 9</b> : Vues de deux stations dans la zone minière .....	28
<b>Figure 10</b> : Illustrations des activités d'orpaillage dans le lit du fleuve Cavally et à proximité du fleuve dans la zone minière.....	29
<b>Figure 11</b> : Vues d'une station en aval.....	29
<b>Figure 12</b> : Diagramme de Costello (1990) modifié par Amundsen <i>et al.</i> (1996) indiquant la stratégie alimentaire et l'importance de la proie. ....	40
<b>Figure 13</b> : Proportions relatives, en nombre de familles (A) et d'espèces (B), des ordres de poissons capturés dans le fleuve Cavally, d'avril 2015 à mai 2017.....	49
<b>Figure 14</b> : Proportions relative, en nombre d'espèces, des principales familles de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.....	50
<b>Figure 15</b> : Quelques espèces de poissons observées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.....	51
<b>Figure 16</b> : Variations spatiales de la richesse spécifique de l'ichtyofaune à l'échelle des zones de captures dans le cours supérieur et moyen du fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017. ....	54
<b>Figure 17</b> : Variations saisonnières de la richesse spécifique de l'ichtyofaune à l'échelle des zones de captures dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.....	55

<b>Figure 18</b> : Abondance relative des principaux ordres de poissons capturés dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017.....	61
<b>Figure 19</b> : Abondance relative des principales familles de poissons capturées dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017.....	62
<b>Figure 20</b> : Abondance relative des principales espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017.....	63
<b>Figure 21</b> : Abondance relative des principaux ordres de poissons en fonction des zones de pêche échantillonnées dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017.....	64
<b>Figure 22</b> : Abondance relative de principales familles de poissons en fonction des zones de pêches échantillonnées dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à Mai 2017.....	64
<b>Figure 23</b> : Variation saisonnière de l’abondance relative des ordres et des familles de poissons capturés dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017. ....	66
<b>Figure 24</b> : Variation saisonnière de l’abondance relative des espèces de poissons capturés dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017. ....	67
<b>Figure 25</b> : Variation spatiale des paramètres physico-chimiques mesurés des zones visitées du fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017. ....	72
<b>Figure 26</b> : Variation spatiale des paramètres hydromorphologiques mesurés dans les zones du fleuve Cavally étudiées d’avril 2015 à mai 2017. ....	74
<b>Figure 27</b> : Photos illustrant la modification des caractéristiques environnementale du fleuve Cavally par l’ampleur de l’activité d’orpaillage clandestin .....	79
<b>Figure 28</b> : Variation spatiale l’indice de Shannon et de l’équitabilité déterminés dans les zones du Cavally étudiées d’avril 2015 à mai 2017 .....	80
<b>Figure 29</b> : Listes des espèces indicatrices dans le fleuve Cavally. ....	83
<b>Figure 30</b> : Analyse canonique de correspondance (ACC) appliquée aux paramètres physicochimiques et aux espèces de poissons capturés dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017.....	84
<b>Figure 31</b> : Echantillon composite de poissons pêchés dans les eaux du fleuve Cavally aux stations d’échantillonnage Walter (ZM1) et Floleu-Soklaleu (ZM4) pour le besoin des analyses en métaux lourds. ....	85

<b>Figure 32 :</b> Nombre d'espèces de poissons par catégorie de statut de conservation dans l'ensemble de la zone prospectée dans le fleuve Cavally. ....	94
<b>Figure 33 :</b> Nombre d'espèces de poissons par degré de vulnérabilité dans l'ensemble de la zone prospectée dans le fleuve Cavally.....	95
<b>Figure 34 :</b> Nombre d'espèces de poissons par type d'habitat dans l'ensemble de la zone prospectée dans le fleuve Cavally. ....	96
<b>Figure 35 :</b> Distribution des fréquences de tailles en fonction des zones de captures de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) .....	98
<b>Figure 36 :</b> Distribution des fréquences de tailles en fonction des saisons chez <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).....	99
<b>Figure 37 :</b> Courbes de régression du poids en fonction de la longueur standard de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire). ....	100
<b>Figure 38 :</b> Courbes logarithmiques de régression du poids en fonction de la longueur standard de <i>Micralestes eburneensis</i> capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire). A: Saison des pluies ; B : Saison sèche.....	101
<b>Figure 39 :</b> Variation du facteur de condition de <i>Micralestes eburneensis</i> en fonction des zones de captures et des saisons d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire)..	102
<b>Figure 40 :</b> Dessin du tube digestif de <i>Micralestes eburneensis</i> (les glandes annexes ayant été supprimées) observé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).....	103
<b>Figure 41 :</b> Stratégies alimentaires de <i>Micralestes eburneensis</i> en Amont, dans la zone minière, en Aval et à l'échelle de l'ensemble des zones d'étude du fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) selon les diagrammes d'Amundsen <i>et al.</i> (1996).....	120

# **INTRODUCTION**

Essentielle pour la vie, l'eau douce joue un rôle central dans le développement des civilisations humaines car les écosystèmes aquatiques et terrestres ne fonctionnent pas indépendamment l'un de l'autre (Omernick & Bailey, 1997). L'interface terre-eau est très importante aussi bien pour des fonctions écologiques des rivières que pour de nombreuses activités économiques. Riche d'une diversité biologique, les cours d'eau fournissent tant de biens et de services qui ne sont pas souvent appréciés à leur juste valeur (Brummett *et al.*, 2008).

Les cours d'eau sont fortement influencés par la géologie, la végétation et la physiographie de sa vallée, ainsi que par les activités humaines qui modifient profondément la nature des sols et des voies hydrologiques (Schlosser, 1991). En effet, les influences humaines sur le biotope aquatique et sa biocénose sont très diverses. Selon Ibarra (2004), les quatre principales activités humaines pouvant impacter les hydrosystèmes sont la pêche, l'usage de l'eau, l'usage du sol et l'introduction d'espèces aquatiques. Les modifications de la morphologie des rivières, de leurs propriétés physico-chimiques et les différents usages ont des conséquences sur la quantité et la qualité de l'eau (Schlosser, 1991 ; Cooper *et al.*, 1998). La dégradation et la fragmentation des habitats, ainsi que les translocations d'espèces et la surpêche peuvent causer également de graves problèmes sur les populations de poissons (Cowx & Collares-Pereira, 2002).

La connaissance de la faune ichtyologique africaine a suscité depuis longtemps l'intérêt des scientifiques. Selon Lévêque (1994), c'est l'un des continents pour lequel il existe un inventaire des espèces d'eau douce et saumâtre. Cependant, certaines zones restent insuffisamment explorées (Lévêque & Paugy, 2006).

Dans la région d'Afrique de l'Ouest, 64 familles de poissons, comptant 192 genres avec 584 espèces, sont actuellement répertoriées (Paugy *et al.*, 2003a et b ; Froese & Pauly, 2019). Dans ce cadre général Ouest-africain, la faune ichtyologique de la Côte d'Ivoire est probablement l'une des mieux connue à l'heure actuelle avec 173 espèces d'eau douce (Daget & Iltis, 1965 ; Teugels *et al.*, 1988 ; Gourène *et al.*, 1999 ; Konan *et al.*, 2006 ; Yao, 2006 ; Konan, 2008 ; Aboua, 2012). Cependant, il est fort probable que ces listes ne soient pas encore complètes.

De plus, les menaces sur les écosystèmes naturels par la pression anthropique sont de plus en plus accentuées ces dernières décennies ; ce qui fait peser de graves menaces sur la biodiversité avec l'accélération de l'extinction des plantes et des animaux (Myers *et al.*, 2000). Cette situation reste particulièrement accentuée dans les habitats d'eau douce, qui sont parmi les écosystèmes les plus menacés de la planète, avec un taux d'extinction projeté d'environ cinq

fois plus élevé que la moyenne, comparée aux taux d'extinction de la faune terrestres (Sala *et al.*, 2000).

En Côte d'Ivoire, les autorités dénombrent 185 sites d'orpaillage clandestins à la date du 31 décembre 2016, après la fermeture de 429 sites illicites dans le pays (RTI, 2015 ; Observateurs, 2017). En plus des mines d'or de Tongon, de Bonikro et de la mine d'or d'Ity qui sont fonctionnelles sur le territoire Ivoirien. Une quatrième mine d'or dans le sud-ouest du pays a été inaugurée. Cette mine est sensée augmenter la production aurifère nationale, en la faisant passer de 13 à 16 tonnes par an (Ecofinhebdo, 2018). Plusieurs cours d'eau sont impactés par cette activité, tel est le cas du fleuve Cavally (Zouan-hounien), de la rivière Bia (Bianoua), du fleuve Bandama (Bouaflé) et de la rivière Bagoé (Tengrela). La biodiversité aquatique est menacée par les activités anthropiques principalement l'agriculture et l'exploitation minière qui se sont intensifiées ces dernières années, notamment dans le bassin du Cavally et surtout dans la partie ivoirienne de son cours supérieur au niveau de la localité d'Ity (Konan *et al.*, 2015a ; Kouassi *et al.*, 2017). Parmi les ressources aquatiques, le poisson constitue une entité très vulnérable aux produits chimiques utilisés dans l'orpaillage (Sanogo *et al.*, 2012).

Par ailleurs, les données sur l'inventaire et la distribution des poissons d'eaux douces sont sujettes à de nombreuses modifications. Les raisons de ces modifications sont d'ordre taxinomique (révisions systématiques et descriptions de nouvelles espèces), technique (diversification des sites d'échantillonnages et amélioration des moyens de capture) et écologique en relation avec les effets des activités anthropiques (disparition d'habitats spécifiques, extinction d'espèces, hybridation etc.) (Kamelan, 2014). Dans de nombreux pays, certains cours d'eau n'ont pas encore fait l'objet d'inventaire ichtyologique systématique, leur ichthyofaune étant extrapolée à travers celle d'une partie de leur bassin versant. Cette situation se traduit par des données fragmentaires concernant le cours d'eau. Aussi, des travaux d'aménagement démarrent souvent sans une connaissance réelle de l'état initial de la biodiversité, notamment de la faune ichtyologique. Tel est le cas du fleuve Cavally avec la signature d'un protocole engageant le groupe ERANOVE pour la conception, le financement, la construction et l'exploitation de deux barrages hydroélectriques sur le fleuve Cavally, les barrages de Tiboto et de Tahibli (MME CI, 2014) et l'expansion des activités d'orpaillage.

Le Cavally est l'un des fleuves dont le peuplement ichtyologique est le moins étudié en Côte d'Ivoire (Daget et Iltis, 1965 ; Teugels *et al.*, 1988 ; Paugy *et al.*, 1994). De plus, bien que de nombreux travaux de recherche aient été menés sur l'impact des activités agricoles et industrielles (Gourène *et al.*, 1999 ; Kouamélan, 1999 ; N'douba *et al.*, 2003 ; Yao *et al.*, 2005 ;

Konan *et al.*, 2007 ; Aboua, 2012), sur le peuplement piscicole en Côte d'Ivoire, très peu ont concerné l'impact des activités minières. Aussi, aucune étude n'a été menée sur le régime alimentaire des poissons du fleuve Cavally. Pourtant, les travaux portant sur les régimes alimentaires constituent aussi un volet important de l'étude de la biodiversité des poissons. Ces travaux revêtent un triple intérêt (scientifique, écologique et économique) en apportant des informations à la fois sur le prédateur, la proie et le milieu (Rosecchi & Nouaze, 1987 ; Ugwumba, 1992). L'étude du régime alimentaire des espèces permet d'établir un programme de surveillance de l'environnement aquatique, et la mise en place de stratégie de conservation de ces espèces (Vidy, 1976).

C'est dans ce contexte que la présente étude portant sur la diversité et la structure du peuplement ichthyologique a été initiée sur le fleuve Cavally, dans la zone d'influence des activités d'orpaillage. Cette étude a pour objectif général d'évaluer l'impact de l'orpaillage sur le peuplement ichthyologique du fleuve Cavally. Plus spécifiquement il s'agit de:

- caractériser le peuplement ichthyologique du fleuve Cavally dans la zone d'étude ;
- évaluer la qualité écologique de cette portion du fleuve Cavally à travers les variables physico-chimiques et le degré d'organisation du peuplement ichthyologique ;
- déterminer le statut de conservation et la vulnérabilité à la pression de pêches du peuplement ichthyologique ;
- étudier l'écologie alimentaire de l'espèce endémique (*Micralestes eburneensis* Daget, 1964) la plus exploitée par les populations.

Ce manuscrit est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre est relatif aux généralités, le deuxième chapitre comporte le matériel et les méthodes utilisées pour échantillonner et analyser les données. Enfin, le troisième chapitre regroupe les résultats et la discussion suivis de la conclusion et des perspectives.

# **CHAPITRE I : GENERALITES**

## 1.1. MILIEU D'ETUDE

### 1.1.1. Hydrographie, profil en long et hydrologie du fleuve Cavally

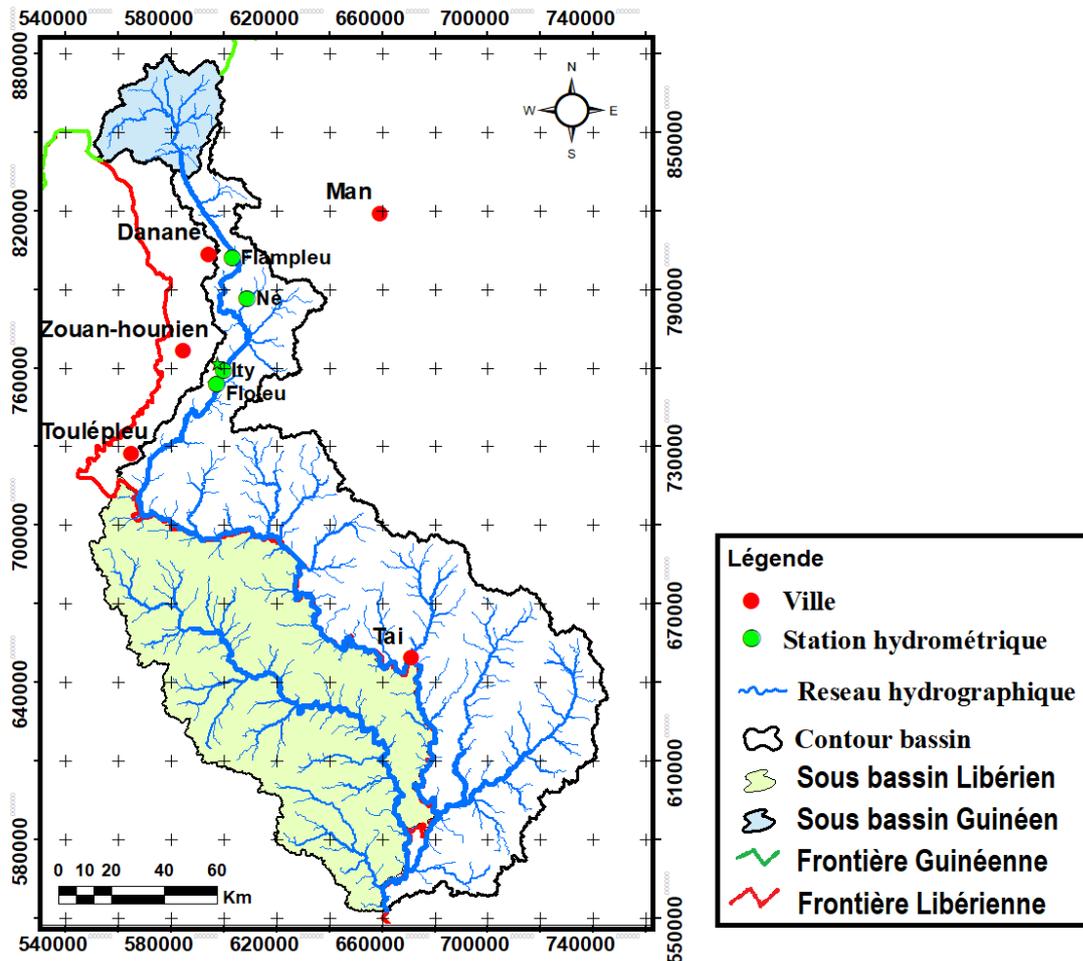
Le Cavally prend sa source en Guinée, au nord du Mont Nimba, à une altitude voisine de 1 000 m, il traverse l'ouest de la Côte d'Ivoire et se jette dans le golfe de Guinée, au sud de la Côte d'Ivoire à 0 m d'altitude. Ce fleuve transfrontalier est long de 700 km avec un bassin versant couvrant 30 600 km<sup>2</sup> (Girard *et al.*, 1971 ; Brou *et al.*, 2017). Environ 15 000 km<sup>2</sup> de son bassin versant se trouve en Côte d'Ivoire.

A la source, le Cavally se nomme Djougou. Il reçoit en rive gauche la rivière Dire. Jusqu'à Toulépleu, il ne reçoit que de très petits affluents. Avant la zone des rapides de Taï, le Cavally reçoit en rive gauche, les rivières Doui, Goin, Doué et Dèbé. Sur cette rive à Taï, il reçoit la rivière N'Cé, la rivière Hana et la rivière Neka qui viennent grossir le Cavally et une zone de rapides commence et s'étend jusqu'à Grabo. En rive droite avant la zone des rapides de Taï, le Cavally reçoit la rivière Dren. A Taï, les rivières Douobé, Gbeh et Gi viennent grossir le fleuve Cavally (**Figure 1**).

Dans le secteur Toulepleu-Ity, le fleuve Cavally est situé à 400 m à l'Est des gisements d'or d'Ity (dans la région de Zouan-Hounien) et coule du Nord-Est vers le Sud-Ouest (Howard, 1967 ; Brou, 2019). Les grands affluents tels que les rivières Zato, Glahi et Beu drainent la rive gauche du fleuve dans cette zone. L'extrême Ouest de cette région est parcouru par de nombreuses rivières et ruisseaux qui s'écoulent dans les directions Sud-Est, Nord-Ouest pour se déverser dans les grands affluents : Vi, Zo, Lo et Nuon. Le Nuon forme la frontière naturelle de la Côte d'Ivoire avec le Liberia (Ettien, 2005). Dans le secteur Toulepleu – Ity, le fleuve Cavally qui présente une forme sinusoïdale traverse des berges encaissées hautes de 5 à 10 m. Ses crues se situent entre la fin du mois de juin et octobre où le débit dépasse 200 m<sup>3</sup>/s (Ettien, 2005). Les crues moyennes atteignent la partie amont du flat d'Ity tandis que les crues exceptionnelles submergent celle-ci de plus de 1,5 m. Pendant la saison sèche, de décembre à mars, le fleuve connaît sa période d'étiage avec un faible débit atteignant 2 m<sup>3</sup>/s. La différence entre la crue et l'étiage est en moyenne de 4,50 m et exceptionnellement de 6,50 m (Ettien, 2005). La saison des moyennes et hautes eaux s'étend d'avril à octobre. Les crues atteignent leur maximum en septembre, mois le plus pluvieux. L'étiage très soutenu a lieu en janvier – février (Girard *et al.*, 1967 ; Kouassi *et al.*, 2017).

La pente moyenne du Cavally est de 0,85 m par km ; elle atteint dans la zone des rapides 1 m par km. Du point de vue de l'hypsométrie, seulement 16% du bassin se trouvent au-dessus de

400 m, 27% entre 300m et 400m et plus de la moitié du bassin entre 200 m et 300 m (Girard *et al.*, 1967).



**Figure 1 :** Bassin hydrographique du fleuve Cavally  
(source : Brou *et al.*, 2017, modifié)

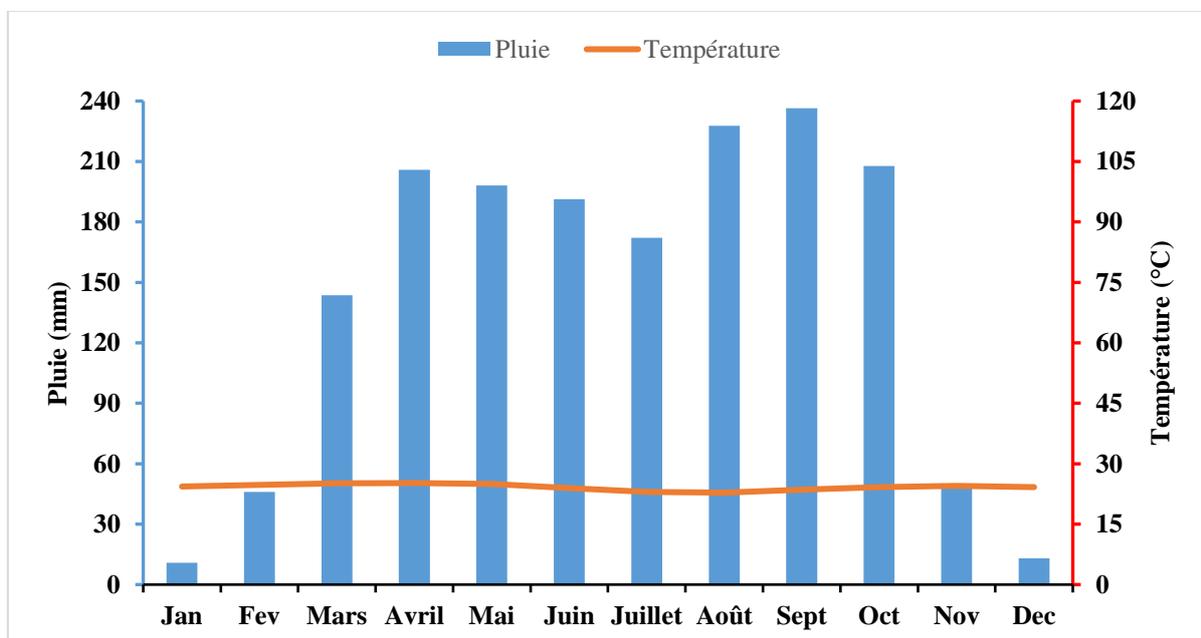
Dans le secteur Toulépleu – Ity, le fleuve Cavally qui présente une forme sinusoïdale traverse des berges encaissées hautes de 5 à 10 m. Ses crues se situent entre la fin du mois de juin et octobre où le débit dépasse  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  (Ettien, 2005). Les crues moyennes atteignent la partie amont du flat d’Ity tandis que les crues exceptionnelles submergent celle-ci de plus de 1,5 m. La saison des moyennes et hautes eaux s’étend d’avril à octobre. Les crues atteignent leur maximum en septembre, mois le plus pluvieux. Pendant la saison sèche, de décembre à mars, le fleuve connaît sa période d’étéage avec un faible débit atteignant  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ . L’étéage très soutenu a lieu en janvier –février (Girard *et al.*, 1967 ; Kouassi *et al.*, 2017). La différence entre la crue et l’étéage est en moyenne de 4,50 m et exceptionnellement de 6,50 m (Ettien, 2005).

Le régime hydrologique de montagne s’observe dans la partie montagneuse de l’ouest de la Côte d’Ivoire, c’est-à-dire dans les régions de Man, Danané, Toulépleu et Tai où les

précipitations annuelles varient de 1 600 à 2 500 mm et où la végétation est presque partout forestière de type montagnard, secteur ombrophile du domaine guinéen.

### 1.1.2. Climat

Le régime de montagne est le régime pluviométrique des massifs montagneux de l'Ouest de la Côte d'Ivoire, dans les régions de Man, Danané et Toulepleu. Malgré la situation assez méridionale de son domaine, il se rattache davantage au régime soudanais qu'au régime baouléen, car il ne comporte que deux saisons bien individualisées. La saison sèche est cependant assez courte (novembre à février), tandis que la saison des pluies s'étale de mars à octobre avec un pic de précipitation en septembre. Les pluies annuelles sont également plus abondantes que celles du régime soudanais. Elles varient de 1 400 à plus 2 300 mm (Girard *et al.*, 1967; Kouassi *et al.*, 2017; Brou, 2019). Les données météorologiques recueillies entre 1971 et 2015 (**Figure 2**) indiquent que la température sous-abri varie entre 23,5 °C et 29,1 °C avec une moyenne de 26,5 °C. Quant à la pluviométrie, elle varie entre 2,2 mm et 386,4 mm avec une moyenne de 1866 mm. Les vents dans le secteur Toulépleu-Ity sont faibles sauf en période d'harmattan où ils dépassent exceptionnellement 50 km/h. Les directions dominantes de ceux-ci sont soit NE-SW et SE-NW (SMI, 2016).



**Figure 2 :** Diagramme ombrothermique du département de Zouan-Hounien entre 1971 et 2015 (Source SODEXAM-Man, Côte d'Ivoire).

### 1.1.3. Ressources forestières et communauté aquatique

#### 1.1.3.1. Ressources forestières

La formation végétale qui couvre le secteur minier d'Ity est la forêt dense humide décidue. Celle-ci appartient à la grande forêt tropicale humide qui occupe la partie méridionale de la Côte d'Ivoire. C'est la forme intermédiaire entre la forêt dense humide sempervirente et la forêt dense sèche. Elle se caractérise par des essences qui perdent leurs feuilles pendant la saison sèche (Ettien, 2010).

Particulièrement riche en espèces nobles, cette forêt abritait au moins 130 espèces d'arbres atteignant 30 à 40 m de haut, 120 autres atteignant 20 à 25 m et 350 espèces d'arbustes (Fadika, 2013). Ainsi, la forêt du secteur Toulépleu-Ity contient plusieurs essences dont le Bété (*Mansonia altissima*), le Miangon (*Heritiera utilis*), le Samba (*Triplochiton scleroxylon*), le Tiama (*Entandrophragma angollense*), l'Acajou de Grand-Bassam (*Khaya ivorensis*), le Fromager (*Ceiba pentandra*), le Framiré (*Terminalia ivorensis*), l'Iroko (*Chlorophora excelsa*), le Palmier à huile (*Elaeis guineensis*) et le Raphia (*Raphia ruffia*). Ces essences sont exploitables et certaines telles que l'Acajou, l'Iroko, le Bété et le Miangon sont très recherchées compte tenu de leurs valeurs économiques élevées en ébénisterie (OIPR, 2015).

Cependant, cette forêt dense humide connaît aujourd'hui une forte dégradation due à l'exploitation du bois (industrie du bois), les activités agricoles et l'orpaillage pratiqués dans la région (Ettien, 2010).

#### 1.1.3.2. Communautés aquatiques

Dans la zone d'Ity, les macro-invertébrés benthiques du fleuve Cavally appartiennent à 17 familles et 11 ordres. Ils appartiennent à quatre groupes zoologiques : les Insectes, les mollusques, les Arachnides et les Crustacés (Konan *et al.*, 2015a).

Concernant la microflore algale, 141 taxons phytoplanctoniques ont été observés. Ils se répartissent en 60 genres et 7 embranchements (Cyanobactéries, Diatomophytes, Chlorophytes, Dinophytes, Euglenophytes, Rhodophytes et Chrysophytes) (Konan *et al.*, 2015a).

La faune ichthyologique de la zone d'Ity fait partie de la région guinéenne occidentale dans le secteur guinéo-libérien (Roberts, 1975 ; Howes & Teugels, 1989 ; Lévêque, 1997 ; Gourène *et al.*, 2005). Elle a fait l'objet de plusieurs études (Daget & Iltis, 1965 ; Teugels *et al.*, 1988 ; Paugy *et al.*, 1994 ; Gourène *et al.*, 2005 ; Kamelan, 2014 ; Konan *et al.*, 2015a ; Kouassi *et al.*, 2017 ; Froese & Pauly, 2019). Ces auteurs ont signalé dans le Cavally 114 espèces de poissons regroupées en 53 genres et 22 familles (**Tableau I**).

**Tableau I** : Liste des espèces de poissons recensées dans le bassin du fleuve Cavally.

a = Daget et Itis (1965), b = Teugels *et al.* (1988), c = Paugy *et al.* (1994), d = Gourène *et al.* (2005),  
 e = Kamelan (2014), f = Konan *et al.* (2015a), g = Kouassi *et al.* (2017) ; h = Froese & Pauly (2019).  
 + : présence ; \* : espèces à affinité marine et/ou estuarienne ;\*\* : espèces introduites

FAMILLES	ESPECES	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>Polypteridae</b>	<i>Polypterus palmas</i> Ayres, 1850		+	+		+	+	+	+
	<i>Polypterus retropinnis</i> vaillant, 1899	+	+						
<b>Clupeidae</b>	<i>Pellonula leonensis</i> *Boulenger, 1916		+	+		+	+	+	+
	<i>Pellonula vorax</i> * Günther, 1868						+	+	
<b>Arapaimidae</b>	<i>Heterotis niloticus</i> (Cuvier, 1829)						+	+	
<b>Notopteridae</b>	<i>Papyrocranus afer</i> (Gunther, 1868)	+	+	+		+	+	+	+
<b>Mormyridae</b>	<i>Marcusenius ussheri</i> (Günther 1867)	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Marcusenius senegalensis</i> (Steindachner, 1870)				+	+	+	+	
	<i>Mormyrops anguilloides</i> (Linnaeus, 1758)	+		+		+	+	+	+
	<i>Mormyrops breviceps</i> Steindachner, 1895						+	+	
	<i>Mormyrus rume</i> Valenciennes, 1846		+	+		+	+	+	+
	<i>Hippopotamyrus pictus</i> (Marcusen, 1864)						+	+	
	<i>Campylomormyrus</i> sp.						+	+	
	<i>Brienomyrus brachyistius</i> (Gill, 1863)						+	+	
	<i>Petrocephalus bovei</i> Valenciennes, 1846			+	+	+	+	+	+
	<i>Petrocephalus pellegrini</i> Poll, 1941	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Pollimyrus eburneensis</i> Bigorne, 1991								+
<i>Pollimyrus isidori</i> (Valenciennes, 1846)							+	+	
<b>Hepsetidae</b>	<i>Hepsetus odoe</i> Bloch, 1794		+	+	+	+	+	+	+
	<i>Hepsetus occidentalis</i> Decru, Snoeks & Vreven, 2013						+	+	+
<b>Alestidae</b>	<i>Alestes baremoze</i> (Joannis, 1835)					+			
	<i>Alestopetersius smykalai</i> Poll, 1967					+			
	<i>Brycinus derhami</i> Géry et Mahnert, 1794		+	+		+	+	+	+
	<i>Brycinus imberi</i> Peters, 1852	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Brycinus longipinnis</i> Günther ,1864	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Brycinus nurse</i> (Rüppell, 1832						+	+	+
	<i>Brycinus macrolepidotus</i> Valenciennes, 1849	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Micralestes eburneensis</i> Daget, 1964	+	+	+		+	+	+	+
	<i>Micralestes occidentalis</i> Günther, 1899	+	+	+		+	+	+	+
<b>Distichodontidae</b>	<i>Nannocharax fasciatus</i> Günther, 1867		+	+		+			+
	<i>Neolebias unifasciatus</i> Steindachner, 1894		+	+					+
	<i>Enteromius ablabes</i> (Bleeker, 1863)	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Enteromius punctitaeniatus</i> (Daget, 1954)					+			
	<i>Enteromius tiekoroï</i> (Lévêque, Teugels & Thys vanden Audenaerde, 1987)					+			
	<i>Enteromius bigornei</i> (Lévêque, Teugels et Thys van den Audenaerde, 1988)						+	+	+

Tableau I (Suite)

FAMILLES	ESPECES	a	b	c	d	e	f	g	h
Cyprinidae	<i>Enteromius boboi</i> (Schultz, 1942)	+							
	<i>Enteromius eburneensis</i> (Poll, 1941)		+	+					+
	<i>Enteromius inaequalis</i> (Lévêque, Teugels et Thys van Audenaerde, 1988)		+	+			+	+	+
	<i>Enteromius traorei</i> Lévêque (Teugls et Thys Van den Audernade, 1987)			+					+
	<i>Enteromius trispilos</i> (Bleeker, 1863)	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Labeobarbus parawaldroni</i> (Lévêque, Thys van den Audenaerde et Traoré, 1987)		+	+				+	+
	<i>Labeobarbus bynni</i> (Forsskål, 1775)	+							
	<i>Labeobarbus wurtzi</i> (Pellegrin, 1908)		+	+			+	+	+
	<i>Labeobarbus sacratu</i> s (Daget, 1963)		+	+					+
	<i>Labeo alluaudi</i> Pellegrin, 1933		+	+					+
	<i>Labeo coubie</i> Rüppell, 1832		+	+			+	+	+
	<i>Labeo parvus</i> Boulenger, 1902			+				+	+
	<i>Labeo senegalensis</i> Valenciennes, 1842		+						
	<i>Raiamas nigeriensis</i> (Daget, 1959)	+	+	+			+	+	+
<i>Raiamas senegalensis</i> (Steindachner, 1870)		+	+	+			+	+	
Claroteidae	<i>Chrysichthys johnelsi</i> Daget, 1959			+	+		+	+	+
	<i>Chrysichthys maurus</i> (Valenciennes, 1839)			+		+	+	+	+
	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> (Lacépède, 1803)	+	+	+		+	+	+	+
	<i>Chrysichthys teugelsi</i> Risch, 1987		+	+		+	+	+	+
Schilbeidae	<i>Parailia pellucida</i> (Boulenger, 1901)		+	+				+	+
	<i>Schilbe mandibularis</i> (Günther, 1867)	+	+	+	+	+	+	+	+
Amphiliidae	<i>Amphilius atesuensis</i> Boulenger, 1904		+	+					+
	<i>Amphilius platychir</i> (Günther, 1864)		+	+					+
	<i>Doumea chappuisi</i> Pellegrin, 1933		+	+		+			+
Clariidae	<i>Clarias ebriensis</i> Pellegrin, 1920			+			+	+	+
	<i>Clarias laeviceps</i> Gill, 1863	+	+	+			+	+	+
	<i>Clarias buettikoferi</i> Steindachner, 1894					+			
	<i>Clarias salae</i> Hubrecht, 1881		+	+			+	+	+
	<i>Gymnallabes typus</i> Günther, 1867					+			
	<i>Heterobranchus isopterus</i> Bleeker, 1863	+	+	+		+	+	+	+
	<i>Heterobranchus longifilis</i> Valenciennes, 1840		+	+		+	+	+	+
Malapteruridae	<i>Malapterurus electricus</i> (Gmelin, 1789)	+	+	+		+			
	<i>Malapterurus punctatus</i> Norris, 2002					+	+	+	+
	<i>Malapterurus cavalliensis</i> Roberts, 2000								+
	<i>Malapterurus stiassnyae</i> Norris, 2002								+
	<i>Malapterurus thysi</i> Norris, 2002					+			+
Mochokidae	<i>Chiloglanis lamottei</i> Daget, 1948		+	+					+
	<i>Chiloglanis normani</i> Pellegrin, 1933			+					+
	<i>Chiloglanis occidentalis</i> Pellegrin, 1933		+						+

Tableau I (Suite et fin)

FAMILLES	ESPECES	a	b	c	d	e	f	g	h
Poeciliidae	<i>Aplocheilichthys spilauchen</i> (Duméril, 1861)			+			+	+	+
	<i>Poropanchax normani</i> (Ahl, 1928)			+					+
	<i>Poropanchax rancureli</i> (Daget, 1964)		+	+					+
	<i>Rhexipanchax nimbaensis</i> (Daget, 1948)			+					+
	<i>Rhexipanchax schioetzi</i> (Scheel, 1968)		+	+		+			+
Nothobranchiidae	<i>Scriptaphyosemion schmitti</i> (Romand, 1979)		+	+			+		+
	<i>Epiplatys dageti</i> Poll, 1953			+					+
	<i>Epiplatys hildegardae</i> Berkenkamp, 1978						+	+	
	<i>Epiplatys maeseni</i> Poll, 1941		+	+					+
	<i>Epiplatys fasciolatus</i> (Günther, 1866)	+							
	<i>Epiplatys olbrechtsi</i> Poll, 1941		+	+		+	+	+	+
	<i>Nimbapanchax leucopterygius</i> Sonnenberg & Busch, 2009								+
	<i>Nimbapanchax melanopterygius</i> Sonnenberg & Busch, 2009								+
	<i>Nimbapanchax viridis</i> (Ladiges & Roloff, 1973)			+					+
<i>Fundulopanchax walkeri</i> (Boulenger, 1911)			+						
Cichlidae	<i>Chromidotilapia guntheri</i> (Sauvage, 1882)	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Chromidotilapia cavalliensis</i> (Thys van den Audenaerde & Loïselle, 1971)	+		+	+	+	+	+	+
	<i>Hemichromis bimaculatus</i> Gill, 1862	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Hemichromis fasciatus</i> Peters, 1852	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Hemichromis guttatus</i> Günther, 1862								+
	<i>Pelmatochromis buettikoferi</i> (Steindachner, 1895)					+			
	<i>Sarotherodon caudomarginatus</i> (Boulenger, 1916)						+	+	
	<i>Sarotherodon tournieri</i> (Daget, 1954)	+	+	+			+	+	+
	<i>Sarotherodon galilaeus</i> * (Linnaeus, 1758)					+			
	<i>Sarotherodon melanotheron</i> * Rüppell, 1852					+			
	<i>Coptodon guineensis</i> * (Bleeker in Günther, 1862)		+	+			+	+	+
	<i>Coptodon walteri</i> (Thys van den Audenaerde, 1971)		+	+	+		+	+	+
	<i>Coptodon zillii</i> (Gervais, 1848)	+	+	+	+		+	+	+
	<i>Oreochromis niloticus</i> ** (Linnaeus, 1753)						+	+	
<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)							+		
Eleotridae	<i>Kribia kribensis</i> (Boulenger, 1907)		+	+					+
	<i>Kribia nana</i> (Boulenger, 1901)		+	+					+
Anabantidae	<i>Ctenopoma petherici</i> Günther, 1864		+	+					
	<i>Ctenopoma kingsleyae</i> Günther, 1896						+		+
Channidae	<i>Parachanna obscura</i> (Günther, 1861)						+	+	
Mastacembelidae	<i>Mastacembelus liberiensis</i> Boulenger, 1898		+	+					+
	<i>Mastacembelus nigromarginatus</i> Boulenger, 1898		+	+			+	+	+
	<i>Mastacembelus praensis</i> (Travers, 1992)								+
<b>TOTAL</b>		<b>26</b>	<b>61</b>	<b>72</b>	<b>19</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>59</b>	<b>83</b>

#### **1.1.4. Activités anthropiques dans la zone d'étude**

Les activités anthropiques réalisées dans la zone Toulépleu-Ity sont dominées par l'exploitation agricole, l'exploitation forestière, la pêche et l'exploitation minière.

L'exploitation agricole est dominée par les cultures du café, du cacao et de l'hévéa. Les cultures vivrières de la région sont majoritairement représentées par le manioc, le maïs et le riz (Ettien, 2005).

L'exploitation du bois, longtemps menée par divers exploitants forestiers, est aujourd'hui, exclusivement exercée par le groupe Thanry à qui l'Etat Ivoirien a attribué en 1995 le périmètre d'exploitation N°61240 dans lequel se trouve le secteur minier d'Ity (Ettien, 2010).

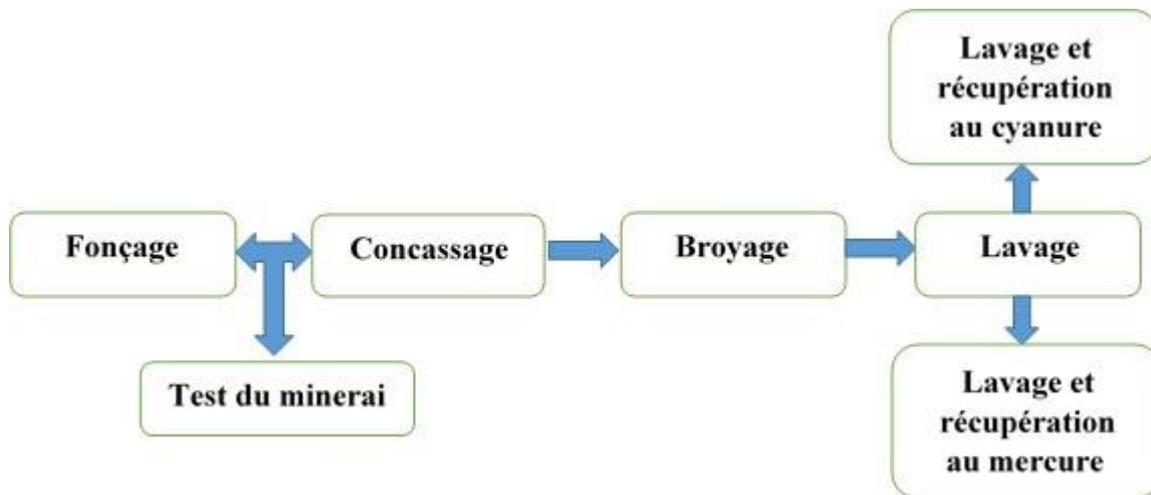
Le fleuve Cavally et ses principaux affluents qui drainent la zone d'étude sont exploités par une frange de la population pour la pêche. Pratiquée par les autochtones, la pêche artisanale est une activité essentiellement de subsistance (Ettien, 2010 ; Konan *et al.*, 2015a ; Kouassi *et al.*, 2017). Cependant, des pêcheurs étrangers, notamment les Maliens exercent dans la zone comme des pêcheurs professionnels.

Des travaux de prospection effectués entre 1962 et 1968 par la SODEMI ( Société pour le Développement Minier) et le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) dans le cadre de l'opération Sasca ont permis de découvrir que l'unité Toulépleu – Ity recèle des indices de plusieurs substances minérales : Or, Titane, Cuivre, Molybdène, graphite, Chrome, tungstène et Plomb (Papon, 1973 ; Ettien, 2010 ; Kouassi *et al.*, 2017 ). Cette activité de prospection est conduite aujourd'hui par le groupe minier ENDEAVOR Mining - Société des Mines d'Ity (ENDEAVOR Mining - SMI).

L'orpaillage clandestin est une activité pratiquée dans la zone depuis l'époque coloniale. Malgré son interdiction depuis les indépendances, il a toujours connu un développement considérable. Cette activité clandestine est pratiquée par les autochtones auxquels se sont joints de nombreux groupes allogènes (Maliens, Guinéens, Ghanéens et Burkinabés) (Ettien, 2010 ; Kouassi *et al.*, 2017). Les grands foyers d'orpaillage sont, selon Ettien (2005), Ity et Floleu dans le département de Zouan-Hounien. Parallèlement à cette activité illégale d'orpaillage, il existe une exploitation industrielle de l'or réalisée par le groupe ENDEAVOR Mining - Société des Mines d'Ity (ENDEAVOR Mining - SMI).

En Côte d'Ivoire comme partout dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, l'exploitation artisanale de l'or se fait selon deux procédés principaux :

- L'exploitation alluvionnaire qui consiste à ramasser un tas de terre sur le site (opération de grattage) et de le tamiser, afin d'extraire l'or sous forme de pépite ou de poudre. Ce sont les femmes qui s'adonnent le plus souvent à cette forme d'exploitation. Elle nécessite de simples outils comme le panier, le tamis, la pioche pour le grattage et de l'eau et surtout moins d'effort physique ;
- L'exploitation du type filonien : c'est la plus répandue. Des spécialistes de la tectonique des sols s'adonnent à la détection et au suivi de filons. Elle se fait en profondeur et demande beaucoup d'effort physique. Elle est pratiquée par les hommes et est la plus répandue sur tous les sites d'orpaillage. Elle se fait généralement en six (06) étapes comme le montre la **figure 3**.



**Figure 3:** Les différentes étapes de l'activité d'orpaillage

(source: Roamba, 2014)

Le processus d'exploitation artisanale comporte d'énormes risques, notamment pour la santé humaine, mais aussi pour l'environnement et les ressources naturelles du fait :

- des produits chimiques toxiques utilisés. Les rejets directs des boues issues de la récupération de l'or au mercure et de la cyanuration dans le milieu récepteur favorisent la mobilisation et la dispersion des métaux lourds dans l'environnement, notamment dans les eaux de surface par ruissellement et dans les eaux souterraines par infiltration (Roamba, 2014). En effet, le phénomène de méthylation du mercure est favorisé par les conditions physico-chimiques en milieu aqueux, conduisant ainsi à la forme la plus

toxique et dangereuse du mercure pour la santé publique (Ouédraogo, 2010). Environ 357 000 m<sup>3</sup> d'eau sont pollués par an (Lankouandé & Maradan, 2013) ;

- de l'absence d'un système de gestion des produits chimiques au niveau du pays. Le manque de contrôles rigoureux a donc favorisé l'entrée, la commercialisation et l'utilisation abusive des produits chimiques dans l'activité. Conjuguée à l'exposition des acteurs à la poussière, à l'humidité dans les galeries, l'utilisation des produits chimiques toxiques accélère la dégradation de la situation sanitaire sur les sites (Roamba, 2014). Selon Lankouandé & Maradan (2013), près de 2/3 des travailleurs des mines artisanales présenteraient des symptômes d'exposition chronique au mercure ;
- de la dégradation rapide des mœurs sur les sites avec la prostitution, l'usage de stupéfiants (Roamba, 2014) ;
- l'insécurité avec le développement de la délinquance, l'escroquerie, le banditisme et même la criminalité (Roamba, 2014).

Au plan environnemental, Ouédraogo (2010) note que l'orpaillage contribue :

- au déboisement et à la déforestation ;
- à la dégradation des sols ;
- à la pollution de l'air par la poussière et le monoxyde de carbone ;
- à la pollution du sol et de l'eau par les huiles usagées des moteurs de broyeurs et motopompes et les produits chimiques ;
- à la prolifération de toute sorte de déchets solides (piles usées, sachets plastiques) ;
- à la perte de la biodiversité, la détérioration du paysage ;

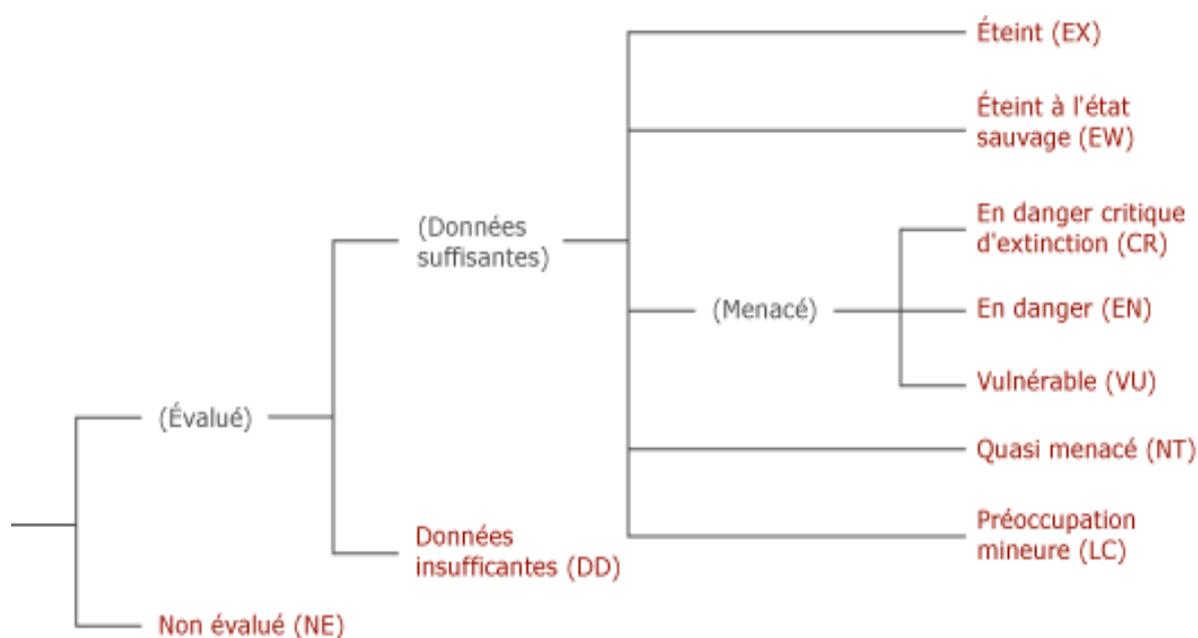
A faibles concentrations, beaucoup de métaux lourds, dont le mercure, le cadmium, le plomb, l'arsenic et le cuivre inhibent la photosynthèse et la croissance du phytoplancton (Tarras-Wahlberg *et al.*, 2001 ; Benhamed, 2016).

## **1.2. STATUT DE CONSERVATION, VULNERABILITE ET HABITAT DES ESPECES DE POISSONS**

### **1.2.1. Statut de conservation**

Le statut de conservation des espèces, est l'un des indicateurs les plus communément utilisés pour diagnostiquer les conditions dans lesquelles se trouvent les écosystèmes et leur biocénose (Wikipédia, 2017 ; UICN, 2019). Il permet d'évaluer l'ampleur du risque d'extinction de l'espèce à un instant donné (UICN, 2016). Cet indicateur n'est pas figé. En effet, il est

susceptible d'évoluer en fonction de l'augmentation ou de la diminution des menaces qui pèsent sur son existence. Le statut de conservation est donc réévalué périodiquement au moyen de systèmes rigoureux d'évaluations des risques (UICN, 2016 ; Wikipédia, 2017). En 2001, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) a renforcé sa méthodologie standardisée pour évaluer le risque d'extinction des espèces. La Liste rouge des espèces menacées de l'UICN (2019) est devenue le système d'évaluation de référence au niveau international (Lamoreux *et al.*, 2003 ; Rodrigues *et al.*, 2006), même si certains pays utilisent leur propre système d'évaluation (Miller *et al.*, 2007). La Liste rouge est l'un des indicateurs de suivi de la convention sur la diversité biologique (Butchart *et al.*, 2004 ; Butchart *et al.*, 2007). Le système d'évaluation de classement le plus mondialement connu et reconnu est la liste rouge de l'Union International pour la Conservation de la Nature (CITES, 2017 ; UICN, 2018 ; Froese & Pauly, 2019). La **figure 4** présente le diagramme de classement des espèces suivant une échelle de risque d'extinction croissant allant du niveau Non évalué (NE) au niveau Eteint (EX) (UICN, 2018)



**Figure 4 :** Classes de statut de conservation suivant l'échelle de risque d'extinction des espèces (UICN, 2018)

### 1.2.2. La vulnérabilité

Dans l'étude des hydrosystèmes, Brodie (2010) définit la vulnérabilité comme étant la sensibilité affichée par les organismes quant aux impacts causés par les activités de pêche ou d'autres facteurs menaçant leur existence comme la perte de leur habitat. Ainsi, la probabilité

qu'un impact se produise et la réactivité de la communauté cible devraient être prises en considération au moment de déterminer sa vulnérabilité aux activités de pêche. Selon Cheung *et al.* (2005), la vulnérabilité intrinsèque reflète la capacité inhérente de la faune de poissons à résister à la mortalité par la pêche. Différents niveaux de vulnérabilité gradués arbitrairement de 1 à 100 ont été établis : « faible », « modérée », « élevée », « très élevée » (**Tableau II**). Ces niveaux sont accompagnés de classes intermédiaires : « faible à modérée », « modérée à élevée » et « élevée à très élevée » (Cheung *et al.*, 2005).

**Tableau II** : Différentes catégories de vulnérabilité vis-à-vis de la pression de pêche définies par Cheung *et al.* (2005).

Catégorie de vulnérabilité	Pourcentage
Faible	$\leq 25$
Faible à modérée	] 25 ; 35]
Modérée	] 35 ; 45]
Modérée à élevée	] 45 ; 55]
Elevée	] 55 ; 65]
Elevée à très élevée	] 65 ; 75]
Très élevée	$75 \leq$

### 1.2.3. L'habitat

L'habitat quant à lui, correspond au lieu où vit l'espèce et à son environnement immédiat, à la fois biotique et abiotique (Lévêque & Paugy, 2006). Au cours de sa vie et en fonction de son activité journalière ou saisonnière, une même espèce pourra donc occuper successivement et temporairement plusieurs types de biotopes afin d'accomplir son cycle biologique (Lévêque, 2006).

La faune ichthyologique n'est pas répartie de manière homogène sur l'ensemble du continent africain (Lévêque & Paugy, 2006). Il existe dix grandes provinces ichthyologiques en Afrique hébergeant des peuplements caractéristiques. La faune ichthyologique de Côte d'Ivoire appartient à la sous-province Eburnéo ghanéenne de la province Nilo-soudanienne (Gourène *et al.*, 2005).

## 1.3. ECOLOGIE ALIMENTAIRE

Pour tout animal, la nourriture est la source unique d'acquisition d'énergie qu'il utilisera ensuite à des fins diverses. La recherche des aliments est donc une activité essentielle pour tout animal. Le poisson y consacre une part importante de son temps, voire l'essentiel de son activité (Paugy

& Lévêque, 2006). Un problème majeur pour tout poisson est de décider du moment où il va se nourrir, du lieu et de la durée de la période d'alimentation, des proies qui sont plus adéquates (taille et valeur nutritionnelle), de la manière dont il va chercher ces proies et les capturer (Robert H *et al.*, 1966 ; Charnov, 1976 ; Cézilly *et al.*, 1991 ; Paugy & Lévêque, 2006). Les stratégies de recherche de la nourriture permettent aux poissons de faire face, le plus efficacement, aux différentes contraintes de l'environnement, telles que la compétition, la raréfaction de la nourriture et les variations imprévisibles des ressources (Paugy & Lévêque, 2006).

### **1.3.1. Méthodes d'évaluation du régime alimentaire**

La caractérisation du régime alimentaire d'un poisson suppose une description qualitative et quantitative de son bol alimentaire (Paugy & Lévêque, 2006). Selon Hynes (1950) et Hyslop (1980), il existe plusieurs méthodes d'évaluation avec différents avantages et inconvénients (**Tableau III**).

Braga (1999) et Lima-Junior (2000) révèlent que la séparation des items proies pour le dénombrement, la pesée ou la détermination du volume de chaque catégorie de proies demeurent approximatifs. Ainsi, Braga (1999) a proposé la méthode du Degré de Préférence Alimentaire comme une approche alternative aux méthodes existantes. Cette méthode diffère de celle des points de Hynes (1950) par le fait qu'elle ne tient compte que des estomacs de poids ou de volumes similaires. L'analyse graphique proposée par Costello (1990) et modifiée par Amundsen *et al.* (1996) permet quant à elle, de déterminer la stratégie alimentaire.

### **1.3.2. Relations d'allométrie**

#### **1.3.2.1. Relation longueur-poids**

L'utilisation des relations biométriques telles que la relation qui lie le poids et la longueur des poissons est largement admise dans la gestion de la pêche (Chikou, 2006 ; Lévêque, 2006 ; Konan *et al.*, 2007 ; Boussou, 2013 ; Aliko *et al.*, 2015). Selon Sidibé (2013), cette relation permet de :

- déterminer le poids des individus à partir de la taille ou inversement ;
- décrire la forme d'une espèce, l'embonpoint et ses variations au cours de la croissance,
- comparer des populations mono-spécifiques vivant dans des milieux différents ;
- déterminer indirectement la période et la durée de maturation sexuelle.

**Tableau III :** Avantages comparés des méthodes utilisées pour l'analyse des contenus stomacaux (Hynes, 1950 ; Hyslop, 1980 ; Costello, 1990 ; Amundsen *et al.*, 1996 ; Braga, 1999 ; Lima-Junior, 2000 et Paugy & Lévêque, 2006).

Méthode	Avantages	Inconvénients
Occurrences	Simple, aisée et rapide	- Rudimentaire ; - Ne prend pas en compte le volume et l'abondance des proies
Numérique	Simple et rapide	- Ne prend pas en compte le volume de chaque proie ; - Proies de faibles tailles digérées plus rapidement que celles de grande taille ; - Difficulté de dénombrer les proies en cours de digestion
Volumétrique	-Permet de connaître le volume respectif de chaque type de proie ; -Donne l'image le plus représentatif du bol alimentaire	- Difficulté et longueur de mise en œuvre ; - Difficulté pour séparer les taxons après ingestion et (ou) début de digestion.
Pondérale / Gravimétrique	Permet de connaître ultérieurement la valeur calorique de chaque type de proie	-Longue à mettre en œuvre ; -Marge d'erreurs ; -Surestime la contribution des proies de grande taille
Subjective -Dominances -Points	-Permet d'intégrer rapidement plusieurs paramètres ; -Intègre les méthodes numériques et volumétriques	-Trop subjective ; -Difficulté de comparaison selon les utilisateurs et (ou) les « codeurs »
Degré de préférence alimentaire	Permet de connaître le volume respectif de chaque type de proie et la valeur calorique de chaque type de proie.	-Difficulté et longueur de mise en œuvre ; -Difficulté pour séparer les taxons après ingestion et (ou) début de digestion
Analyse graphique de Costello	Permet d'estimer la contribution de chaque proie à l'étendue de la niche et déterminer la stratégie alimentaire de l'espèce	-Longue à mettre en œuvre ; -Marge d'erreurs dans l'estimation du poids, du volume ou du nombre ; -Surestime la contribution des proies de grande taille

### **1.3.2.2. Facteur de condition**

L'indice de condition ou du bien-être est d'une interprétation plus aisée que les paramètres  $a$  et  $b$  des relations longueur-poids des poissons (Anderson & Neumann, 1996). Ce facteur de condition, à travers ses variations, renseigne sur l'état physiologique du poisson, en relation avec son embonpoint (Lizama & Ambrosio, 2002). Cet indice permet aussi d'apprécier l'intensité de l'activité de nutrition et de vérifier si une espèce donnée utilise de façon efficiente les ressources alimentaires disponibles (Weatherley, 1972). L'indice de condition est fortement influencé par les conditions biotiques et abiotiques de l'environnement et peut de ce fait être utilisés pour évaluer l'état des écosystèmes aquatiques (Anene, 2005).

# **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

## 2.1. MATERIEL

### 2.1.1. Matériel de localisation des stations et de prise de vues

La localisation des stations d'échantillonnages s'est fait au moyen d'un navigateur GPS Garmin SP 12X (**Figure 5a**). Les prises de vues, aussi bien sur terrain qu'au laboratoire, ont été réalisées grâce à un appareil photo numérique de marque Nikon 10X (**Figure 5b**).

### 2.1.2. Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques

Le pH, le taux d'oxygène dissous (en mg/L), la conductivité électrique (en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), le taux de solides dissous [TDS (en mg/L)], la température de l'eau et de l'air (en  $^{\circ}\text{C}$ ) ont été mesurés à l'aide d'un multi-paramètre (HQ40d) (**Figure 5c**).

La vitesse du courant (en m/s) a été mesurée à l'aide de flotteurs, d'un chronomètre et d'un décimètre selon la méthode proposée par McMahon *et al.* (1996) et Konan *et al.* (2006). Quant à la transparence de l'eau, elle a été évaluée en cm avec un disque de Secchi (**Figure 5d**). La profondeur et la largeur du cours d'eau, exprimées en m, ont été mesurées au moyen d'une corde graduée.

Le prélèvement d'eau pour l'analyse du cyanure et des sels nutritifs a été réalisé à l'aide d'une bouteille Niskin de 1 litre. Une glacière a servi à conserver les échantillons à une température inférieure à  $4^{\circ}\text{C}$  avant le transport au laboratoire pour analyse.

Les sédiments ont été prélevés à l'aide d'une benne Van Veen (**Figure 5e**) dans le fleuve Cavally. Des emballages de polypropylène décontaminés ont permis le stockage des sédiments et une glacière a servi à la conservation et au transport au laboratoire à moins de  $4^{\circ}\text{C}$ .



**Figure 5 :** Appareillage utilisé pour les mesures et prélèvements au cours de cette étude sur le fleuve Cavally: *a-* GPS, *b-* appareil photo, *c-* multiparamètre, *d-* disque de Secchi, *e-* benne Van Veen, *f-* bouteille hydrologique ; *g-* décimètre, *h-* Chronomètre..

### **2.1.3. Matériel d'acquisition des données ichtyologiques**

#### **2.1.3.1. Matériel d'échantillonnage des poissons**

Les poissons capturés proviennent d'une part de la pêche expérimentale et d'autre part de la pêche artisanale.

Une batterie de 9 filets multifilaments de vide de mailles 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 et 50 mm a été utilisée dans le cadre de la pêche expérimentale. Chaque filet mesure 30 m de long pour une hauteur de chute de 2 à 3 m. Les filets sont montés avec des flotteurs sur la ralingue supérieure et des plombs au niveau de la ralingue inférieure. La pêche à l'épuisette a été également réalisée à chacune des stations étudiées.

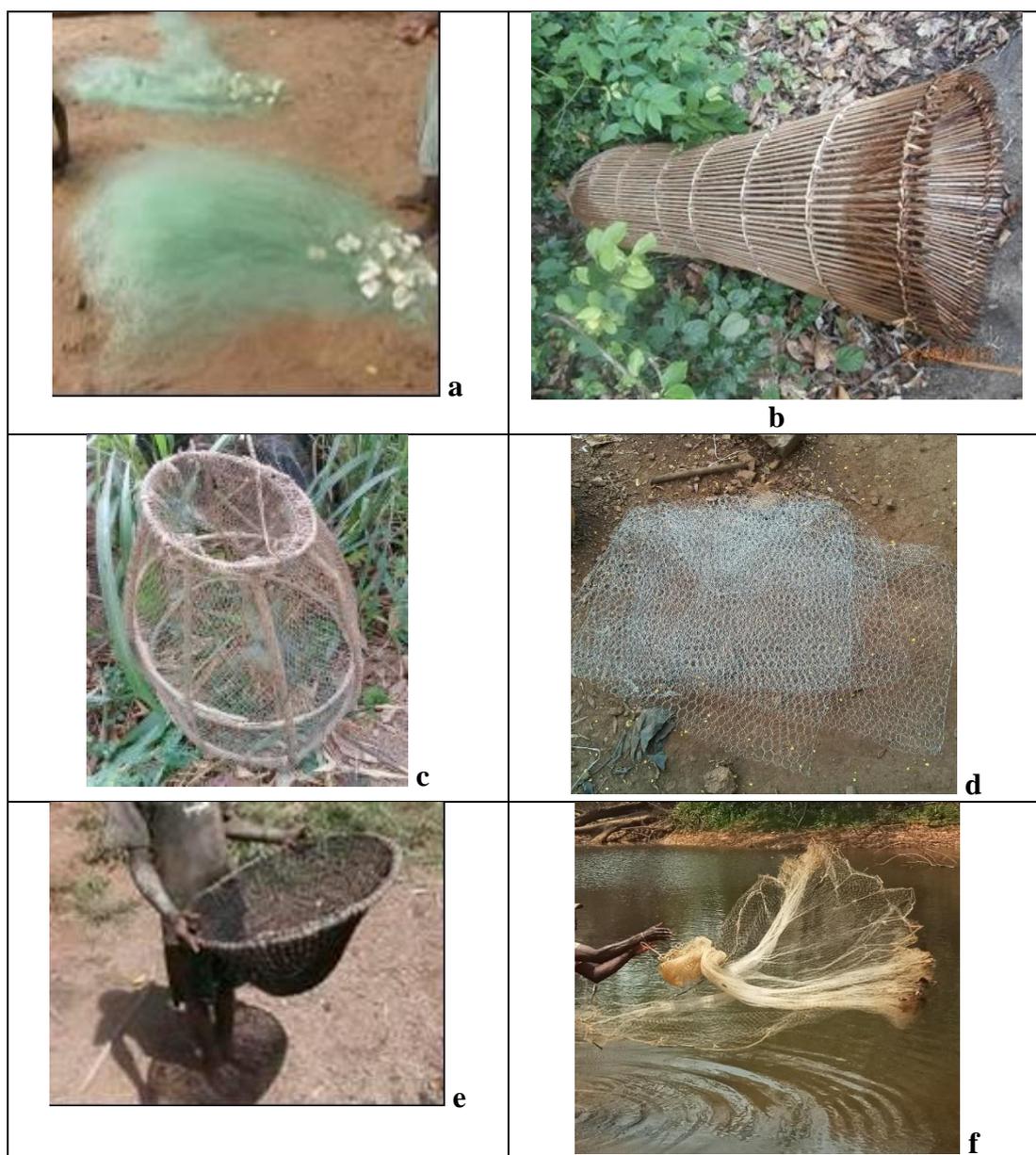
Pour la pêche artisanale, les engins utilisés au cours de cette étude sont composés : de filets maillants monofilaments (de mailles variant de 15 à 40 mm), de nasses (en fibres végétales, en filets multifilaments et en grillage), d'épuisettes et d'éperviers (**Figure 6**).

#### **2.1.3.2. Matériel de mensuration, de pesée, de conservation et d'identification des poissons**

La taille des poissons capturés a été mesurée à l'aide d'un ichtyomètre au mm près. Quant au poids, il a été déterminé à l'aide d'une balance EKS Electronic de portée 5 kg et de précision 1 g. Une balance de type ADAM (portée 120 g ; précision 0,001 g) a été utilisée pour peser les estomacs et les items proies. Une loupe binoculaire de type OPTIKA munie d'un micromètre et un microscope de modèle OPTIKA ont servi à l'observation des contenus stomacaux.

L'identification des spécimens rencontrés est effectuée au niveau spécifique d'après les clés proposées par Paugy *et al.* (2003a et b), Sonnenberg & Busch (2009). La mise à jour des noms des espèces observées a été effectuée à l'aide des sites internet Fishbase (Froese & Pauly, 2019) et Catalog of fishes (Fricke *et al.*, 2019).

De l'éthanol à 90 % a servi à fixer les échantillons des poissons pour les analyses de laboratoire.



**Figure 6 :** Engins utilisés pour la pêche artisanale : a- Filet maillant, b- Nasse en rotin, c- Nasse en matériaux mixte, d- Nasse en grillage, e- époussette, f- épervier.

## 2.2. METHODES

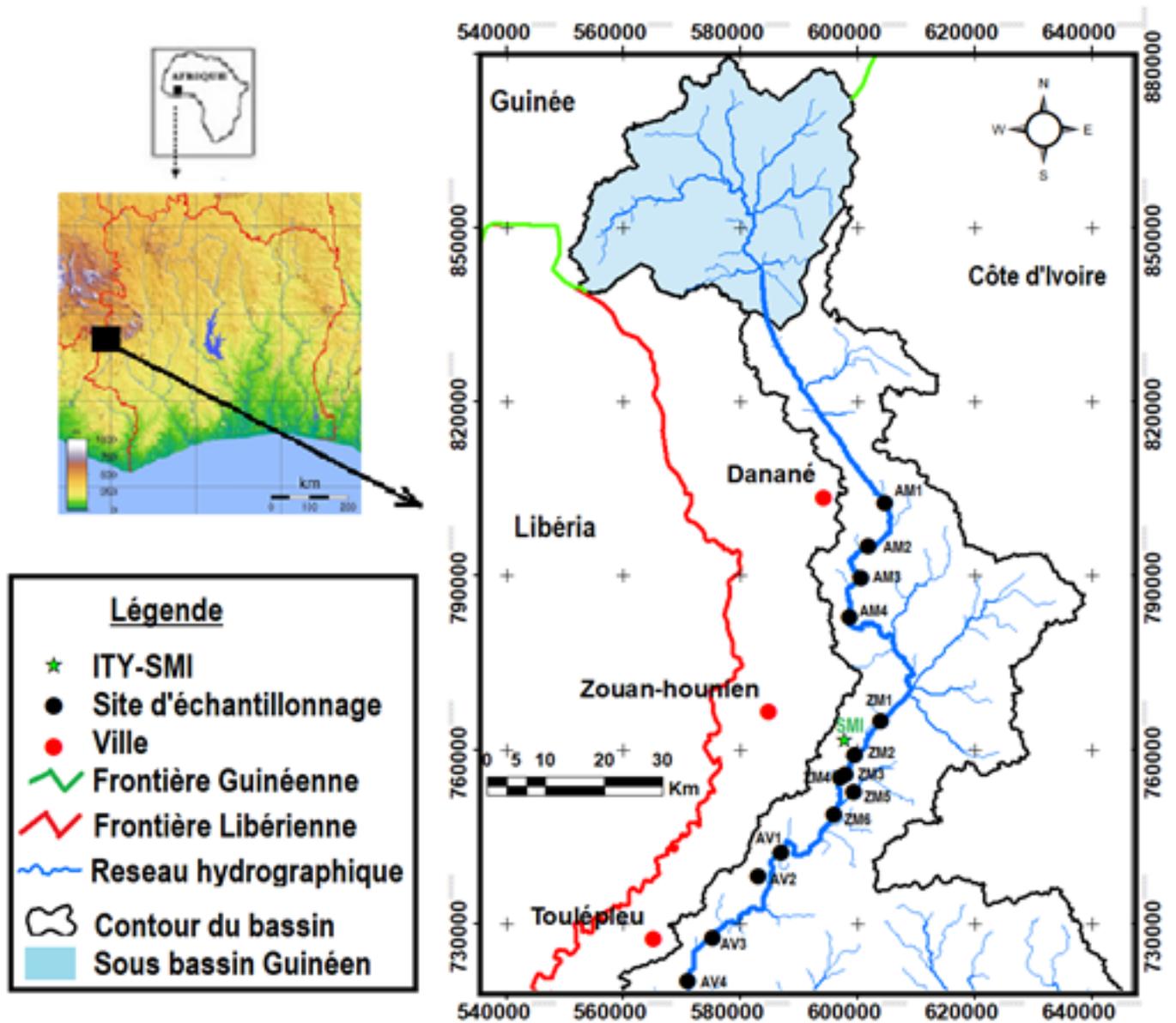
### 2.2.1. Description des stations d'échantillonnage

Afin d'obtenir une vision plus globale de la qualité des eaux dans la zone d'étude, trois secteurs d'échantillonnage ont été choisis sur le cours supérieur et moyen, du fleuve Cavally en fonction de l'intensité des pressions anthropiques, la diversité de l'habitat, le régime hydrologique et la canopée. L'accessibilité des secteurs aux équipes et au matériel d'échantillonnage a été également prise en compte. Quatorze (14) stations ont été choisies dans notre zone d'étude sur le fleuve Cavally.

Le premier secteur d'échantillonnage est situé en amont de la zone minière d'Ity et comporte les stations de Téapleu-Cavally (AM1), Zan-Hounien (AM2), Liépleu 1 (AM3) et Liépleu 2 (AM4) (**Figure 7**). Le substrat du fleuve dans cette zone est à dominance rocheux, parsemé de sable, de débris végétaux et des troncs d'arbre morts (**Figure 8**). La largeur et la profondeur moyennes sont respectivement de 80,20 et 4,4 m. Cette zone est marquée par une absence totale d'activité minière (orpaillage). Le fleuve est bordé par des plantations de Cacao et une forêt galerie avec une canopée moyenne estimée à 50 %.

Le deuxième secteur d'échantillonnage est situé dans la zone minière d'Ity, avec les stations de Walter (ZM1), Dahapleu (ZM2), Glaï (ZM3), Sokloaleu (ZM4), Kampiépleu (ZM5) et Floleu premier bord (ZM6) (**Figure 7**). Cette zone est marquée par une faible canopée allant de 0 % à 30 %. Le lit du cours d'eau est dominé par un substrat argileux parsemé de vase, de débris végétaux avec des troncs d'arbres morts (**Figure 9**). La largeur et la profondeur moyennes sont respectivement de 72,69 et 4,39 m. Cette zone se situe dans le périmètre d'exploitation de la mine d'or d'Ity avec une forte présence d'orpaillage clandestin dans le lit et sur les berges du fleuve (**Figure 10**).

Le troisième secteur d'échantillonnage est situé en aval de la zone minière d'Ity. Il comprend les stations de Gueiossepleu (AV1), Glareu (AV2), Goulaleu (AV3) et Toulepleu-Cavally (AV4) (**Figure 7**). Ce secteur est caractérisé par une canopée moyennement fermée (50%) (**Figure 11**). Le substrat est majoritairement argileux et sableux avec des troncs d'arbres morts par endroits. Le fleuve est bordé par des plantations de cacao, d'hévéa et une forêt galerie. La largeur et la profondeur moyenne sont respectivement de 68,95 et 4,06 m.



**Figure 7 :** Localisation de la zone d'étude et des stations d'échantillonnage sur le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).



**Figure 8** : Vues d'une station en amont (Station de Liépleu 1 (AM3) : A. Février 2016 ; B. Septembre 2016)



**Figure 9** : Vues de deux stations dans la zone minière (Station de Daapleu (ZM2) : A. Février, B. Septembre / Station de Sokloaleu (ZM4): C. Février, D. Septembre)



**Figure 10** : Illustrations des activités d'orpaillage dans le lit du fleuve Cavally et à proximité du fleuve dans la zone minière : A. drague exploitant l'or dans le lit du fleuve ; B. orpaillage sur les berges du fleuve Cavally ; C&D. orpaillage à proximité du fleuve Cavally.



**Figure 11** : Vues d'une station en aval (Station de Gueiossepleu (AV1): A. Février 2016 ; B. Septembre 2016).

## 2.2.2. Mesure des variables environnementales

### 2.2.2.1. Variables physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques du fleuve Cavally ont été mesurés saisonnièrement *in situ* entre avril 2015 et mai 2017. A cet effet, après avoir connecté les sondes, l'appareil multiparamètre préalablement calibré est mis sous tension. Puis les sondes ont été plongées dans l'eau. La valeur de chaque paramètre s'affiche après sélection de la fonction désirée. A chaque station d'échantillonnage, la température, la conductivité, le TDS, le taux d'oxygène dissous et le pH de l'eau ont été mesurés dans les cinquante premiers centimètres de l'eau, entre 7 h et 8 h et entre 12 h et 13 h.

La transparence de l'eau a été mesurée par immersion totale suivie d'une remontée progressive du disque de Secchi. La transparence équivaut à la distance à laquelle le disque redevient visible. Ce paramètre a été mesuré dans les mêmes conditions et par le même opérateur entre 10 h et 15 h, afin que le degré d'éclairage soit constant (MDDEP & CRE, 2007).

Les échantillons d'eau pour le dosage des sels nutritifs et du cyanure ont été conservés dans des flacons en polyéthylène de 1 000 ml et 500 ml puis conditionnés dans une glacière à 4°C avant le transport au laboratoire pour analyse. Le nitrate a été déterminé selon la norme ISO 7890-3 de décembre 1988 qui consiste au dosage spectrométrique à 450 nm d'un composé jaune issu de la réaction des nitrates avec l'acide sulfosalicylique, après traitement à l'alcali. Au niveau de l'orthophosphate, il s'est agi de doser au spectromètre le phosphate obtenu après minéralisation de l'échantillon à chaud en présence d'acide sulfurique et de persulfate de sodium (norme NF ISO 6878 d'avril 2005).

La détermination du cyanure total, a été réalisée en deux étapes. La première étape a consisté à distiller l'échantillon pour éliminer les interférences et dissocier la plupart des complexes cyanurés. Dans la seconde étape, les cyanures extraits sont libérés sous forme d'acide cyanhydrique et réagissent avec une solution de chloramine-T en milieu tamponné pour former du chlorure de cyanogène. Le chlorure de cyanogène ainsi formé réagit avec l'acide isonicotinique et l'acide barbiturique pour former un complexe rouge dont l'absorbance à 600 nm est proportionnelle à la concentration des cyanures.

Les métaux lourds (mercure, arsenic) ont été déterminés par la méthode de spectrométrie d'absorption atomique. Dans les sédiments du fleuve, l'arsenic et le mercure ont été déterminés respectivement selon les normes ISO 1185 et NF EN 1483. Pour déterminer les concentrations de ces paramètres dans la chair des poissons, les normes suivantes ont été utilisées : NF EN 15111 pour l'arsenic et NF EN 13805 pour le mercure. Les échantillons de chair de poisson

pesés ont été placés dans l'étuve à une température de 110°C pendant environ 3 heures. Une fois le séchage terminé, les échantillons sont placés dans un four à moufle pendant 15 minutes à 450 C° puis retirés pour être humecter avec de l'acide nitrique. Ensuite replacés dans le four à 350 C° pendant 1 heure et 30 minutes. Les cendres obtenues ont été filtrés à l'aide d'un papier filtre de porosité 0,45 µm, ensuite dilué par 20 ml de solution d'acide nitrique (2 ml d'acide dans 1L d'eau distillée). Le filtrat obtenu a été conservé au frais dans des godets étiquetés jusqu'à l'analyse par la spectrophotométrie d'absorption atomique

### **2.2.2.2. Caractéristiques de l'habitat**

La vitesse du courant a été déterminée aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies en chronométrant le déplacement d'un flotteur sur une distance de 07 m (McMahon *et al.*, 1996). Cette opération est répétée trois fois et le temps moyen est noté. La vitesse est alors égale à la distance parcourue (07 m) rapportée au temps moyen.

La largeur du fleuve à une station donnée a été mesurée en joignant, par pirogue, les deux rives du cours d'eau à l'aide d'une corde graduée.

Afin de déterminer la profondeur des sites d'échantillonnage, une corde graduée et lestée est plongée verticalement dans l'eau jusqu'à atteindre le fond. Trois mesures sont effectuées dans des endroits différents d'une même section. Toutes les valeurs sont notées et la profondeur de la station considérée correspond à la moyenne des valeurs enregistrées.

Concernant la granulométrie du substrat, elle s'est basée sur une évaluation visuelle d'échantillons prélevés sur le fond et sur les rives le long d'un transect (Aboua, 2012).

La canopée, le taux de couverture de la surface de l'eau par les plantes aquatiques, la nature du substrat dominant et sous-dominant ont été évalués visuellement par le même opérateur dans chaque station et estimés en pourcentage (Gordon *et al.*, 1994 ; Arab *et al.*, 2004 ; Rios & Bailey, 2006).

### **2.2.3. Echantillonnage et identification de la faune ichtyologique**

Pour la pêche expérimentale, les filets maillants ont été posés entre 17 h – 18 h et relevés le lendemain à partir 07 h pour la pêche nocturne. Concernant la pêche diurne, les mêmes filets ont été posés à nouveau et relevés entre 14 h -15 h. La batterie de filets est ensuite déplacée en un autre point de la station pour une nouvelle série de pêche. Un prélèvement correspond à un jour de pêche de l'ensemble de la batterie, afin de compenser les aléas de la pêche (Mérona, 1981). Ainsi, une bonne homogénéité est obtenue dans la méthode avec effort de pêche

comparable et satisfaisant. La pêche au filet maillant est une pêche passive et est utilisée dans les milieux où la profondeur excède 1 m. Dans les zones de faible profondeur et les zones de bordures de la section, la pêche à l'épuisette a été réalisée pendant environ 30 minutes par deux opérateurs en saison sèche.

Concernant la pêche artisanale, l'équipe de collecte de données a analysé les prises des pêcheurs des différents sites prospectés, afin de compléter la liste des espèces réellement présentes dans la zone. Les filets maillants monofilaments et les nasses ont été posés, chaque fois, entre 16h et 18h, relevés le lendemain entre 6h et 8h puis revisités entre 14h et 16h pour la pêche diurne. Parmi ces deux types d'engins, seules les nasses ont été appâtées avec des graines de palme et des épluchures de manioc. Dans la zone minière les stations de Kampiépleu (ZM5) et de Floleu premier bord (ZM6) n'ont pas fait l'objet d'échantillonnage mais les captures de la pêche artisanale y ont été observées.

L'identification taxonomique a été réalisée sur le terrain en combinant les clés d'identification proposées par Paugy *et al.* (2003a et b) et Sonnenberg & Busch (2009). La mise à jour des noms des espèces observées a été effectuée au laboratoire à l'aide des sites internet Fishbase (Froese & Pauly, 2019) et Catalog of fishes (Fricke *et al.*, 2019).

#### **2.2.4. Caractérisation du peuplement ichthyologique du fleuve Cavally**

Les données de la pêche artisanale réalisée au niveau des stations ont uniquement été prises en compte dans l'analyse qualitative du peuplement ichthyologique. Les analyses quantitatives ont été réalisées à partir des données issues de la pêche expérimentale.

##### **2.2.4.1. Richesse spécifique**

La richesse spécifique, définie comme le nombre total d'espèces présentes dans un milieu, est un bon indicateur de la qualité écologique d'une station (Aliaume *et al.*, 1990). La richesse spécifique des poissons du fleuve Cavally a été déterminée à partir des captures de la pêche expérimentale et de celles de la pêche commerciale.

Le nombre théorique d'espèces du fleuve Cavally a été estimée au moyen des modèles empiriques. Ces modèles proposés par divers auteurs ont été profilés et consolidés avec les données recueillies sur une quarantaine de bassins Ouest africains (Daget & Iltis, 1965 ; Hugueny, 1989 ; Hugueny & Lévêque, 1999). Les trois modèles empiriques utilisés dans cette étude sont les suivants :

- $R_s = 5 \times S^{0,25}$  (Daget & Iltis, 1965) ;
- $R_s = c \times S^{0,32}$  (Hugueny, 1989) ;
- $\ln(R_s) = 0,245 \times \ln(Q) + 0,135 \times \ln(S) + 1,504$  (Hugueny & Lévêque, 1999) ;

avec  $R_s$  = richesse spécifique,  $S$  = surface du bassin,  $c$  = constante,  $Q$  = débit du cours d'eau.

#### **2.2.4.2. Pourcentage d'occurrence (F)**

La fréquence ou l'occurrence (F) permet d'obtenir des informations sur la présence (constance) d'une espèce dans un milieu donné. C'est le rapport (en pourcentage) entre le nombre d'échantillons ( $p$ ) où l'espèce  $i$  apparaît et le nombre total d'échantillons ( $P$ ) dans un milieu (Dajoz, 2000). Ce paramètre a été déterminé à partir des données des pêches expérimentales et sa formule est :

$$F = (p \times 100) / P.$$

Selon la valeur de F, Dajoz (2000) adopte la classification suivante :

- espèce constante : présence dans plus de 50 % des échantillons ;
- espèce accessoire : présence dans 25 à 50 % des échantillons ;
- espèce accidentelle : présence dans moins de 25 % des échantillons.

### **2.2.5. Evaluation de la qualité écologique du fleuve Cavally**

#### **2.2.5.1. Indice de diversité de Shannon (H')**

Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité du milieu d'étude. Il est l'un des plus connus et des plus utilisés par les spécialistes du fait de son indépendance vis-à-vis de la taille de l'échantillon et tient plutôt compte de l'abondance relative de chaque espèce (Daget, 1979).  $H'$  est minimal (= 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce. L'indice est maximal quand tous les individus sont repartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983).  $H'$  est exprimé en unités d'informations par individus ou bits par individu.  $H'$  est compris entre 0 et 5. Cependant, une faible valeur de  $H'$  traduit un déséquilibre dans le milieu (Amanieu & Lassère, 1982). La formulation utilisée est la suivante :

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

avec  $N_i$  = nombre d'individus d'une espèce donnée,  $i$  allant de 1 à  $S$  (nombre total d'espèces) ;  
 $N$  = nombre total d'individus.

### 2.2.5.2. Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité (E) appelé également indice d'équitépartition (Blondel, 1979). Il permet d'étudier la régularité de la distribution des espèces dans un écosystème (Hill, 1973). Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage. La formule ci-après a été utilisée pour déterminer l'indice d'équitabilité :

$$E = H' / \log_2(S) ;$$

où H' = indice de diversité de Shannon ; S = richesse spécifique.

Le logiciel PAST 3.15 (Hammer *et al.*, 2001) a permis de calculer l'indice de Shannon et l'équitabilité correspondant.

### 2.2.6. Statut de conservation, vulnérabilité, habitat et aire de distribution des espèces de poissons

Pour la collecte des données sur le statut de conservation du peuplement ichthyologique, le site CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction) et le site de l'UICN (Union Internationale de la Conservation de la Nature) ont été considérés (CITES, 2017 ; UICN, 2018 ; Froese & Pauly, 2019). Les différentes catégories utilisées pour la classification de statuts de conservation utilisées par l'UICN (2018) sont indiquées dans le tableau IV.

**Tableau IV** : Mode de classification des statuts de conservation (UICN, 2018).

Statuts de conservation	Code	Descriptions
Eteinte	EX	Aucun individu survivant connu.
Eteinte dans la nature	EW	Survivants connus uniquement en captivité, ou vivant en dehors de leur habitat d'origine.
En danger critique	CR	Risque d'extinction dans la nature extrêmement élevé.
Menacé	EN	Haut risque d'extinction dans la nature.
Vulnérable	VU	Haut risque de mise en danger.
Quasi menacée	NT	Probabilité d'être en danger dans un futur proche.

Statuts de conservation	Code	Descriptions
Préoccupation mineure	LC	Ne remplit pas les critères d'une catégorie en danger ; large répartition et abondamment représentée.
Données insuffisantes	DD	Pas assez de données pour évaluer le risque d'extinction.
Non évalué	NE	N'a pas encore été évaluée

L'évaluation du degré de vulnérabilité des espèces de poissons du fleuve Cavally a été faite selon Cheung *et al.* (2005) et Brodie (2010) à partir du site Fishbase (Froese & Pauly, 2019). Dans l'ensemble, Cheung *et al.* (2005) ont établi différents niveaux de vulnérabilité graduelle (1 à 100) : "faible" ( $\leq 25$ ), "faible à modéré" ( $] 25 ; 35]$ ), "modéré" ( $] 35 ; 45]$ ), "modéré à élevé" ( $] 45 ; 55]$ ), "élevé" ( $] 55 ; 65]$ ), "élevé à très élevé" ( $] 65 ; 75]$ ), et "très élevé" ( $75 \leq$ ).

Aux niveaux des habitats des espèces de poissons, ceux retenus pour cette étude sont décrits selon Froese & Pauly (2019). Il s'agit notamment des poissons benthopélagiques, démersales et pélagiques.

## 2.2.7. Paramètres biologiques de la population de *Micralestes eburneensis*

### 2.2.7.1. Spectre de tailles

Les distributions des fréquences de tailles reflètent une interaction entre les taux de croissance et de mortalité des groupes d'âge présents. Les variations des fréquences de tailles dans le temps et dans l'espace peuvent aider à la compréhension de la dynamique des populations et à l'identification des problèmes tels que les déficits de croissance, les faibles recrutements ou les mortalités excessives (Anderson & Neumann, 1996).

Les classes de taille ont été déterminées sur la base de la règle de Sturges (Sturges, 1926). Pour ce faire, le nombre de classes ( $N_c$ ) à utiliser doit être suffisamment grand lorsque les données sont peu nombreuses, afin de repérer une concentration éventuelle de données dans une classe.

Le nombre de classe se calcule comme suit :

$$N_c = 1 + (3,322 \times \log_{10}(n)) ;$$

avec  $n$  = effectif total.

La borne inférieure d'une classe est la plus petite valeur admise dans la classe. La borne supérieure d'une classe est la plus grande valeur admise dans la classe. L'intervalle de classe (IC) se calcule comme suit :

$$I_c = (\text{valeur maximale} - \text{valeur minimale}) / (\text{Nombre de classe}).$$

Les classes de taille ont été déterminées sur la base de la règle de Sturges avec le logiciel Excel.

### 2.2.7.2. Relations longueur-poids

Sur chaque spécimen de *Micralestes. eburneensis* échantillonnés, la longueur standard a été mesurée à l'aide d'un ichtyomètre au millimètre près. Une balance EKS Electronic de portée 5 kg et de précision 1 g a été utilisée pour la détermination de leur masse.

La connaissance de la relation entre la longueur standard (LS) des poissons et leur poids total (PT) trouve des applications en biologie des pêches et dans l'évaluation des stocks halieutiques (Da Costa & Arajo, 2000 ; Coulibaly, 2003). Aussi, elle permet, à partir des données sur la longueur plus facilement accessibles sur le terrain, d'en déduire les poids moyens (Lévêque, 2006). Cette relation est en général du type exponentiel. La relation longueur-poids est établie par la formule suivante (Lévêque, 2006):

$$P = a \times Ls^b;$$

où P = poids du poisson (g) ; Ls = longueur standard (mm) ; a = constante ; b = coefficient d'allométrie.

Les paramètres a et b ont été estimés après la transformation logarithmique de la fonction précédente :

$$\text{Log}(P) = \text{Log}(a) + b \times \text{Log}(Ls).$$

Le coefficient d'allométrie b, qui est généralement compris entre 2 et 4, représente le rapport des vitesses de croissance spécifique pour le poids et la longueur. Selon Morey *et al.* (2003), lorsque b est égal à 3 ou n'est pas significativement différent de 3, la croissance est dite isométrique (la densité spécifique de l'animal ne change pas) et lorsqu'il est significativement différent de 3, la croissance est dite allométrique. Si b est significativement supérieur à 3, l'allométrie est dite majorante ce qui traduit que la croissance est meilleur en poids qu'en longueur. Si b est significativement inférieur à 3, l'allométrie est dite minorante signifiant que la croissance est meilleure en longueur qu'en poids.

### 2.2.7.3. Facteur de condition

Le facteur de condition a été utilisé pour l'appréciation de l'état d'embonpoint relatif des individus de *Micralestes. eburneensis* échantillonnés dans les différentes zones de pêche identifiées du fleuve Cavally. Traduisant la corpulence du poisson, le coefficient de condition dépend principalement de la valeur des ressources trophiques disponibles comme de la qualité des facteurs écologiques régnant dans le milieu. Le coefficient de condition composite de Postel (1973), qui rend compte de l'embonpoint net résultant des conditions environnementales ou physiologiques, a été utilisé pour la présente étude. La formule appliquée est la suivante :

$$Kc = (P / Ls^3) \times 10^5 ;$$

avec P = poids du poisson (g) ; Ls = longueur standard du poisson (mm).

## 2.2.8. Ecologie alimentaire

### 2.2.8.1. Analyse des contenus stomacaux

Après dissection des spécimens de *M. eburneensis* échantillonnés, l'estomac prélevé est pesé au millième de gramme près, puis conservé dans un pilulier contenant de l'alcool en vue du dépouillement. La longueur de l'intestin et le poids du poisson éviscéré sont également mesurés. Chaque estomac retiré de son pilulier est essoré sur du papier buvard. L'estomac est sectionné de façon longitudinale et le contenu, sous la pression du jet d'eau d'une pissette, est renversée dans une boîte de pétri. Les différentes fractions ainsi obtenues sont observées à la loupe binoculaire. Pour les macro-invertébrés, les spécimens ont été identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible en combinant différentes clés : Dejoux *et al.* (1981), Cumberlidge & Huguet (2003), Moor & Day (2002) et Tachet *et al.* (2003). Les différents taxons ont été dénombrés et classés selon Rosecchi & Nouaze (1987) en tenant compte des observations suivantes :

- les insectes non entiers sont dénombrés en fonction du nombre de têtes ou d'abdomens présents et les autres parties (ailes, pattes, coxa) sont considérés comme des restes d'insectes quand il n'était pas possible d'en donner l'ordre ;
- les racines, tiges, fibres végétales et graines sont classées dans les débris végétaux ;
- les écailles, les œufs et les structures sclérifiées sont dans la catégorie « autres proies » ;
- pour le dénombrement des items tels que les restes d'insectes et les débris végétaux, le chiffre 1 a été attribué à leur présence dans un estomac quels que soient leur quantité et leur poids.

### 2.2.8.2. Coefficient intestinal moyen et coefficient de vacuité

Selon Paugy (1994), le coefficient intestinal (CI) est défini comme le rapport de la longueur de l'intestin (Li) sur la longueur standard (Ls) du poisson. Il a été déterminé par la relation ci-après :

$$CI = Li / Ls.$$

Quant au coefficient intestinal moyen (CIM), il a été calculé suivant la formule :

$$CIM = \Sigma (CI) / N ;$$

où N est le nombre de spécimens de poisson.

Selon la valeur du CIM, Paugy (1994) définit la typologie suivante pour les régimes alimentaires:

- $CIM < 0,85$  = régime alimentaire ichtyophage ;
- $0,32 < CIM < 2,18$  = régime invertivore ;
- $0,8 < CIM < 3,01$  = régime omnivore ;
- $4,71 < CIM < 6,78$  = régime phytophage ;
- $10 < CIM < 17$  = régime limivore.

Selon Hureau (1970), le coefficient de vacuité (CV) est le rapport en pourcentage entre le nombre d'estomacs vides ( $E_v$ ) et le nombre total d'estomacs ( $E_p$ ) examinés. Ce paramètre a été évalué selon la formule suivante :

$$CV = E_v \times 100 / E_p.$$

### 2.2.8.3. Indices alimentaires

- **Fréquence ou pourcentage d'occurrence (%F)**

La fréquence d'occurrence d'une proie s'exprime par la relation suivante :

$$\% Fi = (n_e / N_T) \times 100$$

Avec % Fi = fréquence d'une proie i ;  $n_e$  = nombre d'estomacs renfermant une catégorie de proies i ;  $N_T$  = nombre total d'estomacs non vides examinés (Rosecchi & Nouaze, 1987 ; Gray *et al.*, 1997).

- **Pourcentage numérique (% N)**

Le pourcentage numérique d'une proie a été déterminé selon la méthode décrite par Lauzanne (1975) et Hyslop (1980). La formule suivante a été utilisée pour le calcul :

$$\%N = (n_i / N_t) \times 100$$

Avec %N = pourcentage numérique d'une proie i ;  $n_i$  = nombre total d'individus d'une même proie ;  $N_t$  = nombre total de proies inventoriées.

- **Pourcentage pondéral (% P)**

Le pourcentage pondéral d'une proie s'exprime par l'équation :

$$\%P = (p_i / p_t) \times 100$$

où %P = pourcentage pondéral d'une proie i ;  $p_i$  = poids total de l'item i ;  $p_t$  = poids total de tous les items (Lauzanne, 1977).

- **L'indice de similarité de Schoener (1970)**

L'indice de similarité de Schoener (1970) permet de déterminer le niveau de similitude en tenant compte des habitudes alimentaires. Dans cette étude, il a été utilisé pour comparer le

régime alimentaire des individus capturés aux différentes saisons. La valeur de l'indice varie de 0 (aucun item en commun) à 1 (item identique). Quand  $\alpha < 0,6$ , la similitude n'est pas significative. On en déduit qu'il n'y a pas de similarité entre les deux séries de mesures. Si  $\alpha \geq 0,6$ , la similitude est significative et on conclut que les deux régimes sont similaires aux différentes saisons (Werner & Hall, 1977 ; Wallace, 1981). Il est calculé de la manière suivante :

$$\alpha = 1 - 0,5 \left[ \sum_{i=1}^n |P_{xi} - P_{yi}| \right]$$

avec :  $P_{xi}$  = proportion d'une proie  $i$  consommée par les individus à une saison  $x$  et  $P_{yi}$  = proportion d'une proie  $i$  consommée par les individus à une saison  $y$ .

- **Main Food Index**

L'indice mixte utilisé dans la présente étude est l'indice d'aliment principal ou MFI (Main Food Index) proposé par Zander (1982). Cet indice intègre dans son expression les pourcentages d'occurrences (%F), numérique (%N) et pondéral (%P) et donne une importance particulière au poids des items. Il a été déterminé selon la formule suivante :

$$MFI = ((N + F) \times P / 2)^{1/2}.$$

La classification des proies ingérées par les poissons a été faite selon Zander (1982) :

- $MFI > 75$  : proies préférentielles ;
- $50 < MFI \leq 75$  : proies principales ;
- $25 < MFI \leq 50$  : proies secondaires ;
- $MFI \leq 25$  : proies accessoires.

#### 2.2.8.4. Stratégie alimentaire

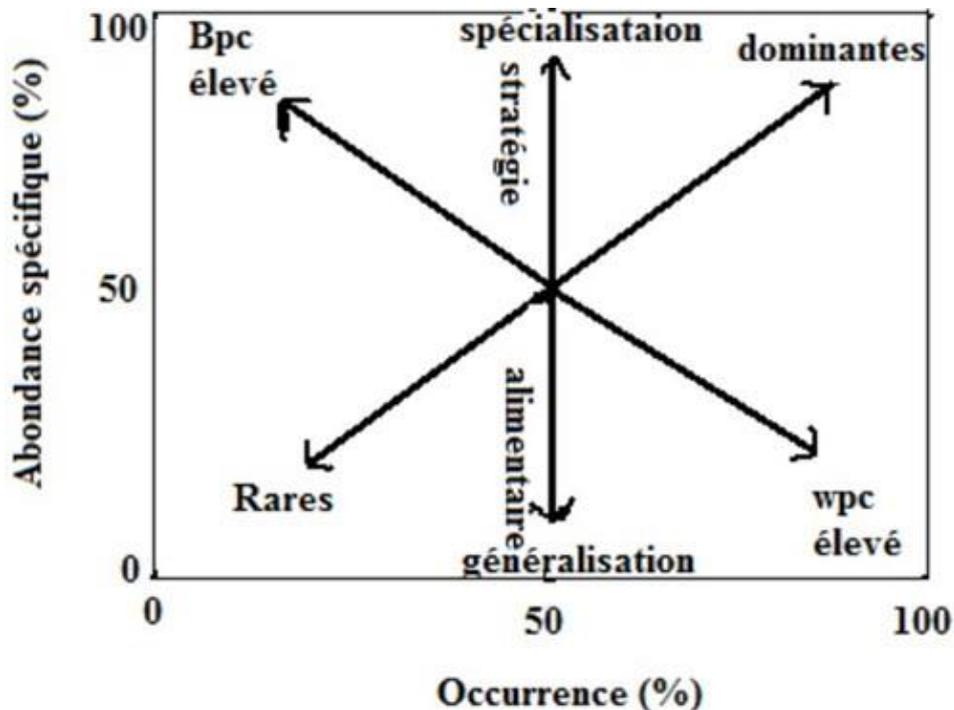
Pour estimer la contribution de chaque proie à l'étendue de la niche et déterminer la stratégie alimentaire du taxon étudié, l'analyse graphique proposée par Costello (1990) et modifiée par Amundsen *et al.* (1996) a été utilisée. L'abondance spécifique s'exprime de la manière suivante :

$$S_i = (a_i / a_{ti}) \times 100 ;$$

où  $S_i$  = indice d'abondance spécifique de la proie  $i$ ,  $a_i$  = abondance totale (poids, volume ou nombre),  $a_{ti}$  = abondance totale (poids, volume ou nombre) de toutes les proies seulement dans l'ensemble des estomacs contenant la proie  $i$ .

Dans cette étude, les calculs ont été faits sur la base du nombre d'item proies. L'échelle des abscisses ( $x$ ) et celle des ordonnées ( $y$ ) partent de 0 à 100 % (ou 0 à 1).

Selon Amundsen *et al.* (1996), l'interprétation du diagramme (importance des proies, stratégie alimentaire et étendue de la niche) peut se faire en examinant la distribution des points le long des diagonales et les axes du graphe (**Figure 12**).



**Figure 12 :** Diagramme de Costello (1990) modifié par Amundsen *et al.* (1996) indiquant la stratégie alimentaire et l'importance de la proie.

Wpc (within phenotypic component) = composante intra-phénotypique et Bpc (between phenotypic component) = composante inter-phénotypique.

La diagonale qui part de la partie inférieure gauche à l'angle de la partie supérieure droite évalue l'importance des proies, avec les proies dominantes dans la partie supérieure droite et les proies rares et moins importantes dans la partie inférieure gauche. L'axe vertical indique la stratégie alimentaire du taxon en termes de spécialisation ou de généralisation. Les items situés dans la partie supérieure sont ceux sur lesquels l'individu s'est spécialisé et ceux disposés dans la partie inférieure sont consommés occasionnellement (généralisation). Les proies logées dans l'angle supérieur gauche du diagramme sont celles sur qui se pratique une spécialisation par quelques individus, par contre, celles positionnées dans la partie supérieure droite font l'objet d'une spécialisation par toute la population. Enfin, en termes de largeur de niche, on peut imaginer une population à forte composante inter-phénotypique comme celle où des individus différents se spécialisent sur des ressources alimentaires différentes. Par contre, on considérera une population comme à forte constitution intra-phénotypique, celle dans laquelle la plupart des

individus utilisent les mêmes ressources alimentaires. Les proies avec une forte abondance spécifique et une faible occurrence (partie supérieure gauche) sont consommées par quelques individus affichant une spécialisation, tandis que les proies qui ont une faible abondance et une fréquence d'occurrence élevée (partie inférieure droite) sont consommées occasionnellement par la plupart des individus. Garçia *et al.* (2005) qualifient aussi d'opportuniste la stratégie appliquée sur les items de faible occurrence et d'abondance relativement élevée.

## 2.2.9. Traitements statistiques

### 2.2.9.1. Statistiques univariées

- **Test-t (test de Student)**

Le test-t est la méthode la plus courante pour évaluer les différences entre les moyennes de deux groupes. Il peut même être utilisé sur des échantillons de très petite taille, tant que les variables sont distribuées normalement dans chaque groupe et que la dispersion des résultats dans les deux groupes n'est pas significativement différente (Zar, 1999). Le niveau p reporté dans un test-t représente la probabilité d'erreur associée à l'acceptation d'une hypothèse ( $H_0$ ) quant à l'existence d'une différence. Le test est significatif pour une valeur de la probabilité inférieure à 0,05 ( $p < 0,05$ ). La nature de l'hypothèse (uni ou bilatérale) détermine les zones d'acceptation ou de rejet de l'hypothèse nulle (Borcard, 2011).

Dans cette étude, le test  $t$  de Student a été utilisé pour comparer les différents coefficients  $b$  des relations longueur-poids à la valeur 3 (Zar, 1999 ; Konan *et al.*, 2007 ; Boussou, 2013).

Ce test a servi également à comparer deux moyennes dans le cas des variations saisonnières des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques dans chaque zone de pêche

- **Analyse de variance**

L'analyse de variance (ANOVA) est un test qui permet de comparer différentes populations à partir d'échantillons extraits de chacune d'elles (Legendre & Legendre, 1984). Elle consiste à faire une comparaison multiple de moyennes de plusieurs populations normales et de même variance à partir d'échantillons aléatoires et indépendants les uns des autres. Ce test répond à la préoccupation selon laquelle il existe ou non une variabilité parmi ces moyennes pour chacun des critères de classification considérés. Si l'analyse conduit au rejet de l'hypothèse  $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  pour un critère de classification, cela ne signifie nullement que les moyennes des groupes formés par ce critère sont toutes différentes les unes des autres. L'interprétation d'une telle analyse est basée sur la valeur de  $F$  du test de Fisher ( $F$  test). L'obtention des valeurs de  $p$

(p-value) est faite par comparaison des valeurs de F aux valeurs critiques du tableau de F. Le seuil de significativité considéré ici est de 5 %.

Ce test a servi à faire des comparaisons des variations spatiales des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques.

- **Test de Kruskal-Wallis**

Le test de Kruskal-Wallis est une alternative non-paramétrique à l'ANOVA d'ordre 1 (intergroupes). Il est utilisé pour comparer au moins trois échantillons, et tester l'hypothèse nulle (test significatif à  $p < 0,05$ ) suivant laquelle les différents échantillons à comparer sont issus de la même distribution ou de distributions de même médiane. Ainsi, l'interprétation du test de Kruskal-Wallis est très similaire à une ANOVA paramétrique d'ordre 1, sauf qu'il est basé sur les rangs au lieu des moyennes (Siegel & Castellan, 1988).

Dans ce travail, l'absence de normalité dans la distribution des données à analyser a conduit à utiliser le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis pour comparer les captures dans les différentes parties du fleuve Cavally et les variations spatiales des paramètres physico-chimiques (en amont, dans la zone minière et en aval) au seuil de significativité de 0,05.

L'ensemble de ces analyses statistiques a été réalisé avec le logiciel PAST 3.15 (Hammer *et al.*, 2001).

- **Test de Mann-Whitney**

C'est également un test non paramétrique similaire au Test-t servant à comparer 2 échantillons. Dans cette étude, le test de Mann-Whitney a permis d'évaluer le degré de significativité de la variation spatiale et saisonnière de la richesse spécifique en poissons. Aussi, ce test a été utilisé pour comparer les variations spatiales des paramètres physico-chimiques et du facteur de condition de *Micralestes eburneensis*.

- **Valeur indicatrice (IndVal)**

La méthode IndVal (de l'anglais indicator value) qui repose sur la définition du caractère indicateur d'une espèce, révèle particulièrement bien si une espèce est liée à un type d'habitat (Dufrêne & Legendre, 1997). IndVal associe la fidélité des espèces (proportion de sites d'un groupe où l'espèce est présente) et leur spécificité (à quel point une espèce ne se trouve que dans le groupe considéré). Elle permet de tester l'existence d'espèces spécialistes (présentes dans une gamme restreinte de site) et d'espèces dites « ubiquistes », ou « généralistes »

(présentes dans tous les milieux avec une forte abondance et une fréquence élevée). La première étape de l'analyse consiste en la définition des typologies des sites. Dans la présente étude, les typologies de sites ont été définies à partir de la zonation longitudinale du cours d'eau dans la zone d'étude (amont, zone minière et aval). La seconde étape revient à identifier les espèces indicatrices correspondantes aux divers groupes de sites. Les espèces indicatrices se définissent comme les espèces les plus caractéristiques de chaque groupe, trouvées la plupart du temps dans un seul groupe de la typologie et présentes dans la majorité des sites appartenant à ce groupe.

Ainsi, pour chaque espèce  $i$ , dans chaque groupe de relevés  $j$ , la valeur indicatrice se détermine comme suite :

$$IndVal_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100 ;$$

avec  $A_{ij} = N_{\text{individus}_{ij}} / N_{\text{individus}_i}$  et  $B_{ij} = N_{\text{sites}_{ij}} / N_{\text{sites}_j}$ .

Dans cette formule,  $IndVal_{ij}$  est la valeur indicatrice de l'espèce  $i$  dans le groupe de relevé  $j$ .  $A_{ij}$  est la moyenne des abondances de l'espèce  $i$  dans les sites du groupe de relevés  $j$  par rapport à tous les groupes et mesure la spécificité de l'espèce pour un groupe.  $B_{ij}$  est la fréquence relative d'occurrence de l'espèce  $i$  dans les sites du groupe  $j$  et exprime la fidélité de cette espèce à l'intérieur de ce groupe.

Pour un niveau de classification des relevés en différents groupes, la valeur indicatrice de l'espèce est la plus grande valeur d' $IndVal$  observée pour un des groupes. La spécificité est maximale (100 %) lorsque l'espèce n'est rencontrée que dans un groupe. Quant à la fidélité, elle est plus élevée (100 %) lorsque l'espèce est présente dans tous les relevés d'un groupe. La valeur indicatrice de l'espèce est optimale lorsque la spécificité et la fidélité sont maximales. Cette valeur indicatrice est justifiée par une méthode de test statistique qui permet de vérifier si la préférence d'une espèce pour un type d'habitat est significativement plus élevée que ne laisse supposer une distribution aléatoire. La procédure répartit de façon aléatoire les données de présence de l'espèce de nombreuses fois dans les différents groupes. Il compare ensuite pour chaque niveau du groupement, la moyenne de la valeur  $IndVal$  obtenue à la valeur  $IndVal$  enregistrée pour le groupement de départ. Si cette dernière valeur est significativement plus grande (test-t de Student) que la moyenne des valeurs obtenues au hasard, l'espèce peut être considérée comme réellement indicatrice du niveau du groupement. Ce test est surtout utile pour les espèces qui ont une faible fidélité (Dufrêne & Legendre, 1997).

Sont retenues comme espèces indicatrices, d'une part celles dont la préférence pour ces milieux est significativement (test t de Student) plus élevée que ne le laisse supposer une distribution aléatoire (Dufrière & Legendre, 1997) et d'autre part celles dont la valeur indicatrice est au moins égale à 25 % (Dufrière & Legendre, 1997 ; Nahmani & Rossi, 2003). A 25 %, le taxon caractéristique apparaît au moins à 50 % dans un groupe donné de sites et que son abondance relative dans ce groupe atteint 50 % (Dufrière & Legendre, 1997).

Cette analyse a servi à tester l'existence d'espèces spécialistes et d'espèces dites « ubiquistes », ou « généralistes ».

Le logiciel "R" (Legendre & Vaudor, 1991) a été utilisé pour conduire la méthode IndVal sous environnement Windows.

#### **2.2.9.2. Analyses multivariés**

- **Analyse Canonique de Correspondance (ACC)**

L'analyse canonique de correspondance (ACC) permet de dégager les corrélations entre la distribution des variables biotiques (taxons, ici espèces) et les variables abiotiques (paramètres environnementaux) (Ter Braak, 1988). A cet effet, une matrice « espèces / stations » et une matrice « variables environnementales / stations » sont constituées sur la base des abondances des différentes espèces. Les abondances et les valeurs des facteurs environnementaux subissent une transformation logarithmique de type  $\log(x+1)$  afin d'obtenir une distribution normale de ces données. L'ACC est couplée à des tests de Monte Carlo qui eux, permettent de sélectionner les variables environnementales expliquant le mieux la distribution des espèces. Les résultats de cette analyse sont présentés sous forme de diagramme où les positions relatives des variables environnementales sont représentées par des flèches : la longueur de la flèche traduit l'importance de la variable environnementale ; sa direction indique comment la variable environnementale est corrélée aux divers axes des espèces ; l'angle entre les flèches montre les corrélations entre les variables ; l'emplacement des espèces par rapport aux flèches met en évidence les préférences environnementales de chaque espèce. Dans ce travail, la ACC a permis de mettre en évidence les principaux facteurs environnementaux influençant la distribution des poissons.

Cette analyse est réalisée à l'aide du programme CANOCO (version 4.5) (Ter Braak & Smilauer, 2002).

# CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Des résultats de la présente étude ont fait l'objet de publications dans des revues indexées et à comité de lecture et présenté à un séminaire international (voir en annexe) :

Articles :

Konan K. F., **Doffou R. J. O.**, Bony K. Y., Aliko N. G., Assemian N. E., 2016. Threatened fishes of the world: *Coptodon walteri* (Thys van den Audenaerde 1968) (Perciformes: Cichlidae). *Croatian Journal of Fisheries*, 74(2): 84-86. [https:// ribarstvo.agr.hr/volumes.php?lang=en&search=Article%3A912](https://ribarstvo.agr.hr/volumes.php?lang=en&search=Article%3A912).

**Doffou R. J. O.**, Konan K. F., Aliko N. G., Boussou K. C., Bony K. Y., Gourène G., 2019. *Micralestes eburneensis* Daget 1965 (Characiformes: Alestidae), a Near Threatened Fishes of the World. *Aquatic Science and Technology*, 7(1): 23-30. <https://doi.org/10.5296/ast.v7i1.13943>

**Doffou R. J. O.**, Boussou K. C., Konan K. F., Aliko N. G., Gourène G., 2019. Diversity and conservation status of fish fauna from Cavally River in its catchment area under the influence of Gold mining activities (Côte d'Ivoire). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(3): 1070-1076. <http://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue3/PartR/7-3-107-762.pdf>

Communication:

Konan K. F., **Doffou R. J. O.**, Boussou K. C., Aliko N. G., Kouamé K. M., Niamien-Ebrottié J. E., Bony K. Y., 2018. State of the ichthyological diversity of the Cavally River, subject to high pressure of gold panning (western Ivory Coast). *Sixth international conference of the Pan African Fish and Fisheries Association (PAFFA): African fish and fisheries: diversity, conservation, sustainable management and development*. 24-28 septembre 2018, Mangochi (Malawi).

### 3.1. CARACTERISTIQUES DU PEUPLEMENT ICTHYOLOGIQUE DU FLEUVE CAVALLY

#### 3.1.1. Résultats

##### 3.1.1.1. Analyse qualitative de l'ichtyofaune du fleuve Cavally

##### 3.1.1.1.1. Estimation de la richesse spécifique de l'ichtyofaune du fleuve Cavally

L'estimation de la richesse en nombre d'espèces, à partir de modèles de prédiction, a permis de comparer le nombre d'espèces observées dans cette étude à celles prédites théoriquement (**Tableau V**). La richesse théorique maximale en espèce a été estimée à 78 par la méthode de Hugueny & l'évêque (1999). La richesse théorique minimale était de 62 espèces (méthode de Hugueny (1989)). De manière générale, il est apparu que la richesse spécifique observée au cours de cette étude dans le fleuve Cavally (75 espèces) se situe dans la gamme de variation des valeurs prédites (entre 62 et 78 espèces). La richesse spécifique observée dans le fleuve Cavally correspond à 120,97 %, 113,64 % et 96,15 % respectivement de la richesse prédite par les modèles *a*, *b* et *c*.

**Tableau V** : Comparaison entre les richesses spécifiques observées et prédites du bassin du Cavally

	Richesse spécifique prédite			Richesse spécifique (RS) observée	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	dulçaquicole	totale
Fleuve Cavally	66	62	78	71	75

*a*, *b*, *c* : richesse spécifique selon les modèles respectifs de Daget & Itis (1965), de Hugueny (1989) et de Hugueny & l'évêque (1999).

##### 3.1.1.1.2. Composition taxonomique de l'ichtyofaune du fleuve Cavally

La composition ichtyologique du fleuve Cavally est consignée dans le **tableau VI**. Dans l'ensemble, 75 espèces réparties en 37 genres, 19 familles et 8 ordres ont été recensées. L'analyse de la composition spécifique indique que les ordres des Siluriformes (Claroteridae, Schilbeidae, Claridae et Malapteruridae) et des Perciformes (Chanidae, Cichlidae, Anabantidae, Mastacembelidae) sont les plus diversifiés avec quatre familles qui représentent respectivement 21,05 % du nombre de familles inventoriées. Ils sont suivis des Osteoglossiformes et Characiformes avec trois familles (15,79 %) chacun. Ensuite viennent les Cyprinodontiformes constitués de 2 familles (10,52 %). Les autres ordres (Polypteriformes, Clupeiformes et les Cypriniformes) sont constitués d'une seule famille représentant (5,26 %) chacun (**Figure 13A**).

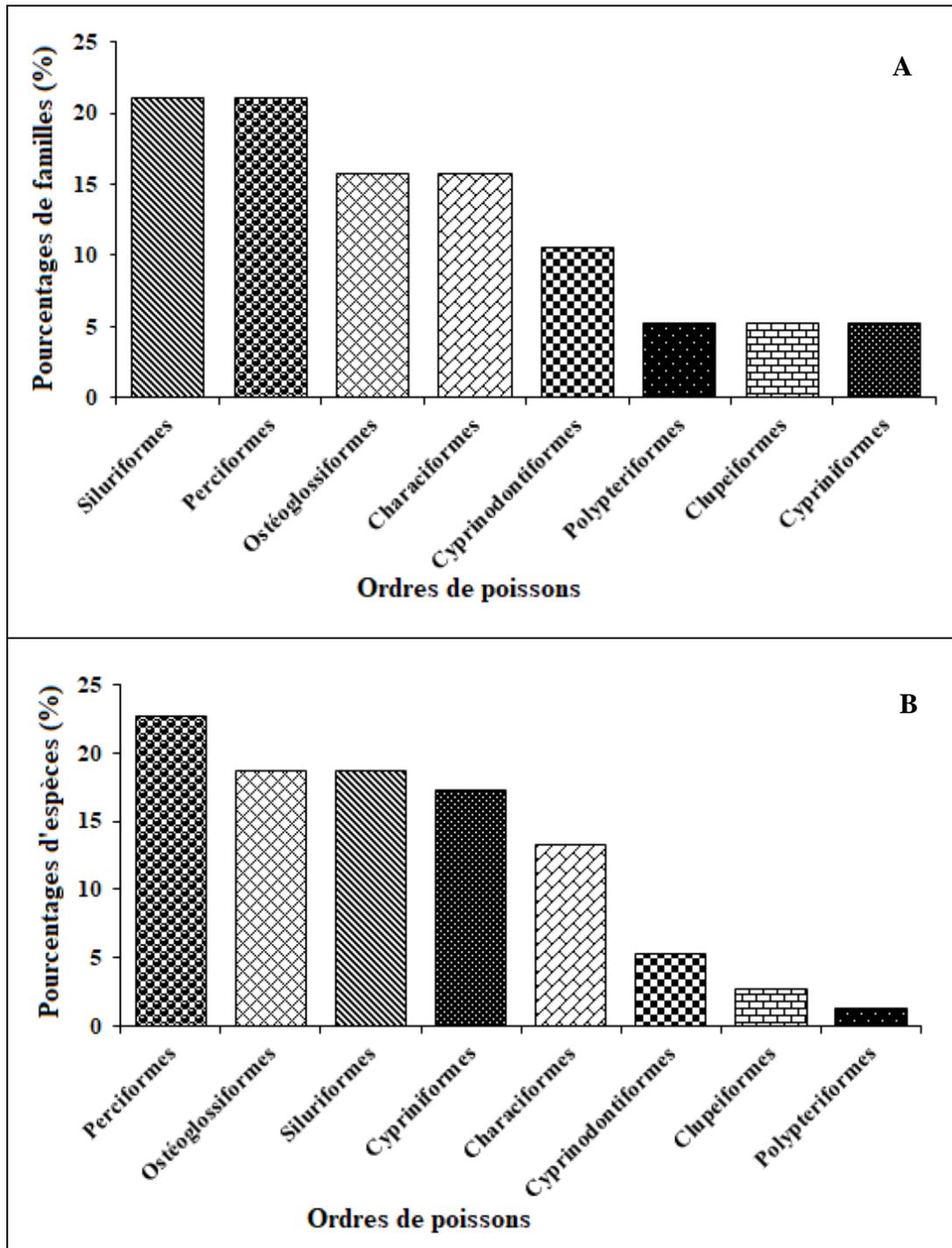
En tenant compte du nombre d'espèces inventoriées dans chaque ordre, l'ordre le mieux représenté est celui des Perciformes (17 espèces ; 22,67 % des espèces inventoriées). Cet ordre est suivi par les Ostéoglossiformes et les Siluriformes (14 espèces chacune ; 18,67 %). Ensuite viennent les Cypriniformes (13 espèces ; 17,33 %), les Characiformes (10 espèces ; 13,33 %), les Cyprinodontiformes (04 espèces ; 5,33 %). Les deux autres ordres (les Clupeiformes et les Polypteriformes) représentent moins de 5 % de la richesse spécifique (**Figure 13B**).

**Tableau VI :** Liste des espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017. \*: espèces à affinité marine et/ou estuarienne ; \*\*: espèces introduites

Ordres	Familles	Espèces	Codes
Polypteriformes	Polypteridae	<i>Polypterus palmas</i> Ayres, 1850	Ppa
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Pellonula leonensis</i> *Boulenger, 1916	Ple
		<i>Pellonula vorax</i> * Günther, 1868	Pvo
Osteoglossiformes	Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i> (Cuvier, 1829)	Hni
	Notopteridae	<i>Papyrochranus afer</i> Günther, 1868	Paf
		Mormyridae	<i>Mormyrus tapirus</i> Pappenheim, 1905
	<i>Mormyrus rume</i> Valenciennes, 1846		Mru
	<i>Marcusenius senegalensis</i> (Steindachner, 1870)		Mse
	<i>Marcusenius furcoides</i> (Pellegrin, 1920)		Mfu
	<i>Marcusenius ussheri</i> (Günther, 1867)		Mus
	<i>Mormyrops breviceps</i> Steindachner, 1895		Mbr
	<i>Mormyrops anguilloides</i> (Linnaeus, 1758)		Man
	<i>Brienomyrus brachyistius</i> (Gill, 1863)		Bbr
	<i>Petrocephalus pellegrini</i> Poll, 1941		Ppe1
	<i>Petrocephalus bovei</i> (Valenciennes, 1846)		Pbo
	<i>Hippopotamyrus pictus</i> (Marcusen, 1864)		Hpi
	<i>Pollimyrus isidori</i> (Valenciennes, 1846)		Pis
Characiformes	Hepsetidae	<i>Hepsetus odoe</i> (Bloch, 1794)	Hod
		<i>Hepsetus occidentalis</i> Decru, Snoeks & Vreven, 2013	Hoc
	Alestidae	<i>Brycinus longipinnis</i> (Günther, 1864)	Blo
		<i>Brycinus derhami</i> Géry & Mahnert, 1977	Bde
		<i>Brycinus nurse</i> (Rüppell, 1832)	Bnu
		<i>Brycinus imberi</i> (Peters, 1852)	Bim
		<i>Brycinus macrolepidotus</i> Valenciennes, 1849	Bma1
		<i>Micralestes occidentalis</i> (Günther, 1899)	Moc
	<i>Micralestes eburneensis</i> Daget, 1964	Meb	
	Distichodontidae	<i>Nannocharax fasciatus</i> Günther, 1867	Nfa
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Raiamas senegalensis</i> (Steindachner, 1870)	Rse
		<i>Raiamas nigeriensis</i> (Daget, 1959)	Rni
		<i>Labeo coubie</i> Rüppell, 1832	Lco
		<i>Labeo parvus</i> Boulenger, 1902	Lpa1
		<i>Labeobarbus parawaldroni</i> Lévêque, Thys van den Audenaerde et Traoré, 1987	Lpa2
		<i>Labeobarbus wurtzi</i> Pellegrin, 1908	Lwu
		<i>Enteromius leonnensis</i> Boulenger, 1915	Ele
		<i>Enteromius trispilos</i> (Bleeker, 1863)	Etr

Tableau VI (Suite et fin)

Ordres	Familles	Espèces	Codes
		<i>Enteromius macrops</i> Boulenger, 1911	Ema
		<i>Enteromius ablaves</i> (Bleeker, 1863)	Eab
		<i>Enteromius chlorotaenia</i> (Boulenger, 1911)	Ech
		<i>Enteromius bigornei</i> Lévêque, Teugels et Thys van den Audenaerde, 1988	Ebi
		<i>Enteromius inaequalis</i> Lévêque, Teugels et Thys van Audenaerde, 1988	Ein
Siluriformes	Claroteridae	<i>Chrysichthys maurus</i> (Valenciennes, 1839)	Cma
		<i>Chrysichthys teugelsi</i> Risch, 1987	Cte
		<i>Chrysichthys auratus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808)	Cau
		<i>Chrysichthys</i> sp.	Cjo
		<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> (Lacépède, 1803)	Cni
	Schilbeidae	<i>Parailia pellucida</i> (Boulenger, 1901)	Ppe2
		<i>Schilbe mandibularis</i> (Günther, 1867)	Sma
	Claridae	<i>Heterobranchus longifilis</i> Valenciennes, 1840	Hlo
		<i>Heterobranchus isopterus</i> Bleeker, 1863	His
		<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758)	Can
		<i>Clarias salae</i> Hubrecht, 1881	Csa
		<i>Clarias ebriensis</i> Pellegrin, 1920	Ceb
		<i>Clarias laeviceps</i> Gill, 1863	Cla
Malapteruridae	<i>Malapterurus punctatus</i> Norris, 2002	Mpu	
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Aplocheilichthys spilauchen</i> Duméril, 1861	Asp
	Nothobranchiidae	<i>Epiplatys olbrechtsi</i> Poll, 1941	Eol
		<i>Epiplatys hildegarde</i> Berkenkamp, 1978	Ehi
		<i>Scriptaphyosemion schmitti</i> (Romand, 1979)	Ssc
Perciformes	Channidae	<i>Parachanna obscura</i> (Günther, 1861)	Pob
	Cichlidae	<i>Chromidotilapia cavalliensis</i> (Thys van den Audenaerde & Loiselle, 1971)	Cca
		<i>Thysochromis ansorgii</i> (Boulenger, 1901)	Tan
		<i>Chromidotilapia guntheri</i> (Sauvage, 1882)	Cgu
		<i>Hemichromis fasciatus</i> Peters, 1852	Hfa
		<i>Hemichromis bimaculatus</i> Gill, 1862	Hbi
		<i>Pelmatolapia mariae</i> Boulenger, 1899	Tma
		<i>Tilapia brevimanus</i> Boulenger, 1911	Tbr
		<i>Coptodon walteri</i> (Thys van den Audenaerde 1968)	Cwa
		<i>Coptodon zillii</i> (Gervais, 1848)	Czi
		<i>Coptodon guineensis</i> * (Bleeker in Günther, 1862)	Cgu
		<i>Oreochromis niloticus</i> ** (Linnaeus, 1753)	Oni
		<i>Sarotherodon melanotheron</i> * Rüppell, 1852	Sme
		<i>Sarotherodon tournieri</i> (Daget, 1954)	Sto
	<i>Sarotherodon caudomarginatus</i> (Boulenger, 1916)	Sca	
	Anabantidae	<i>Ctenopoma kingsleyae</i> Günther, 1896	Cki
	Mastacembelidae	<i>Mastacembelus nigromarginatus</i> (Boulenger, 1898)	Mni
	<b>Total</b>		
<b>8</b>	<b>19</b>	<b>75</b>	

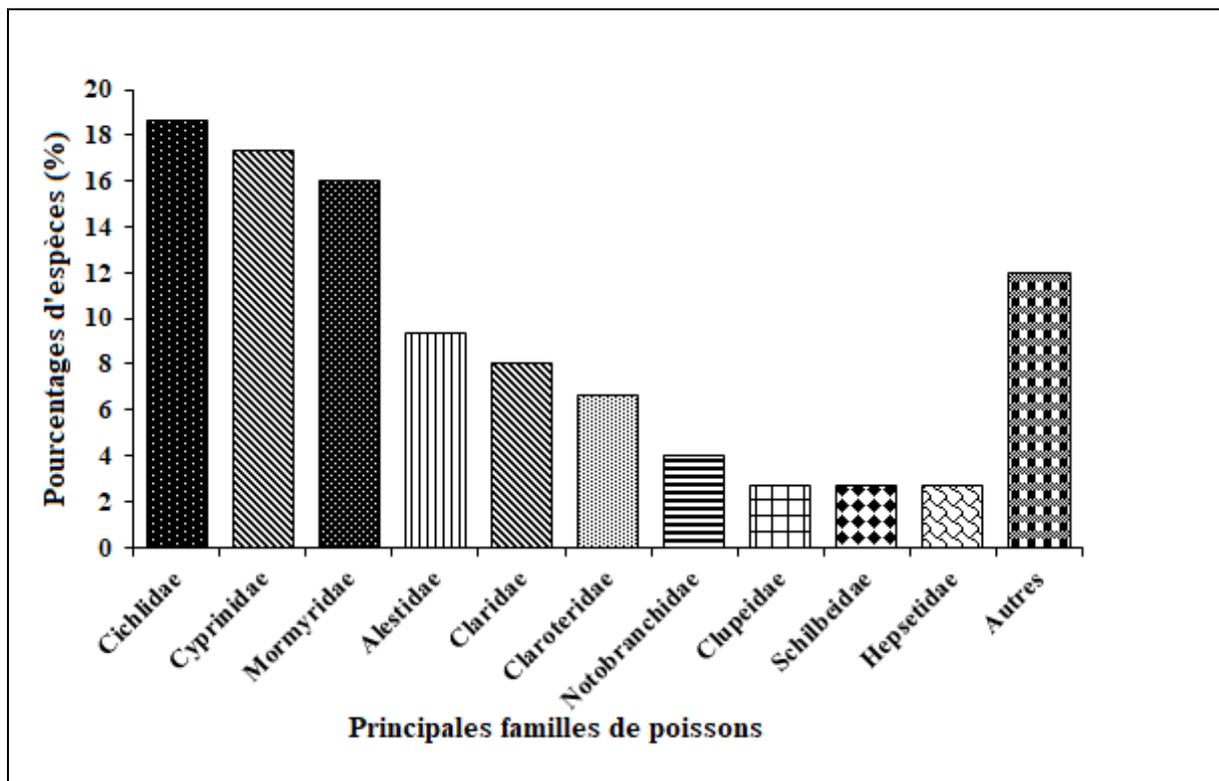


**Figure 13 :** Proportions relatives, en nombre de familles (A) et d'espèces (B), des ordres de poissons capturés dans le fleuve Cavally, d'avril 2015 à mai 2017.

Concernant les familles, les mieux représentées dans le peuplement en nombre d'espèces sont par ordre d'importance les Cichlidae (14 espèces ; 18,66 %), les Cyprinidae (13 espèces ; 17,33 %), les Mormyridae (12 espèces ; 16,00 %). Les Alestidae, les Claridae et les Claroteridae suivent ensuite avec respectivement sept espèces (9,33 %), six espèces (8 %) et cinq espèces (6,67 %). Puis arrivent, les Notobranchidae avec trois espèces soit 4 %. Les

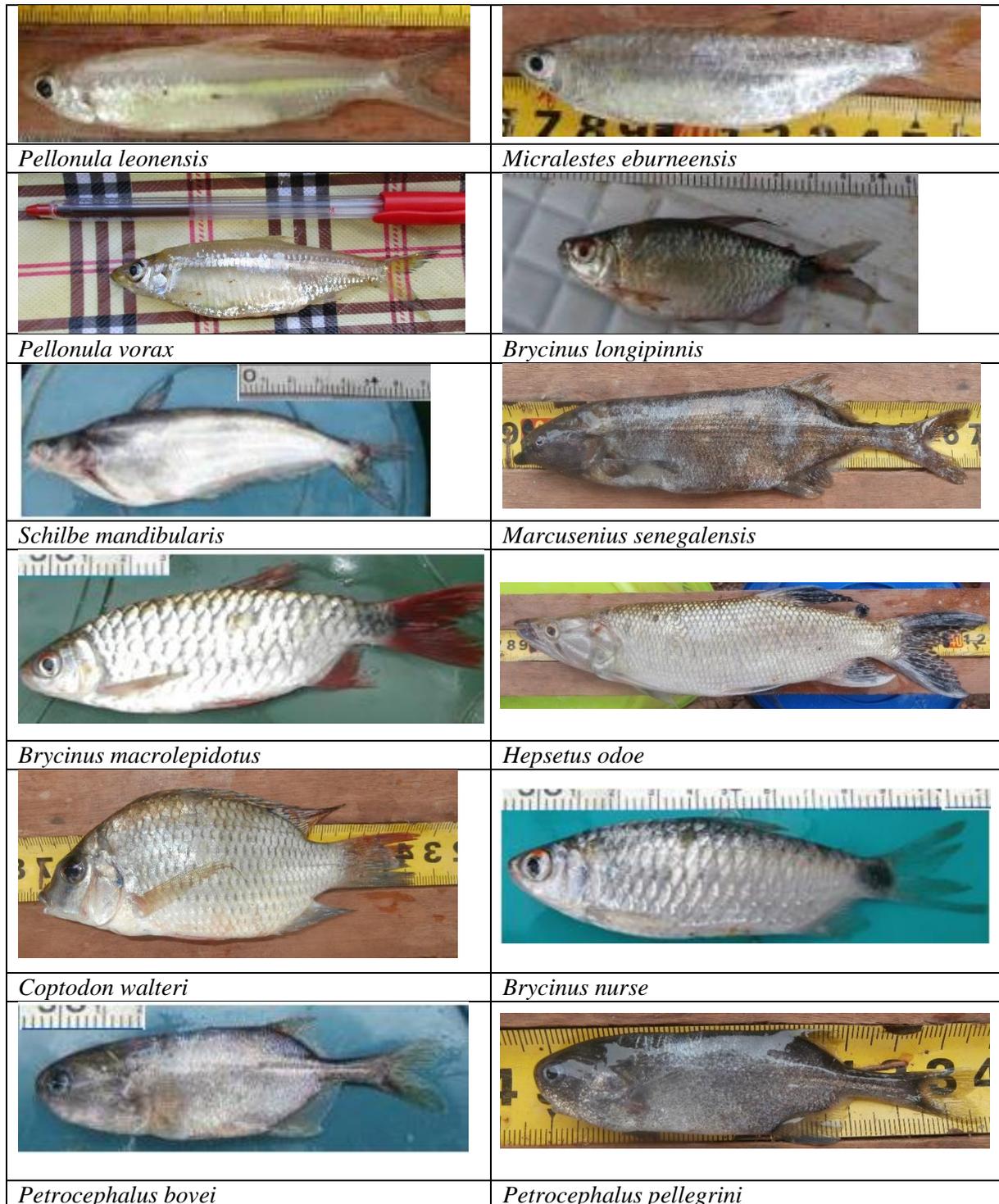
Hepsetidae, les Clupeidae et les Schilbeidae sont représentés par deux espèces chacune (soit 2,67 %). Les autres familles sont représentées chacune par une espèce (1,33%). Il s'agit des Notopteridae, Polypteridae, Arapaimidae, Distichodontidae, Malapteruridae, Poecilidae, Anabantidae, Mastacembelidae et Chanidae (**Figure 14**). Ces 9 familles monospécifiques totalisent 12 % du nombre total d'espèces récoltées dans le fleuve Cavally.

Ce peuplement renferme quatre espèces à affinité marine et/ou estuarienne (*Pellonula leonensis*, *Pellonula vorax*, *Sarotherodon melanotheron* et *Coptodon guineensis*) et deux espèces introduites en Côte d'Ivoire (*Oreochromis niloticus* et *Heterotis niloticus*). Une espèce (*Chrysichthys* sp.) n'a pu être identifiée jusqu'à l'espèce. Parmi ces espèces, *Micralestes eburneensis*, *Coptodon walteri*, *Chrysichthys teugelsi* et *Chromidotilapia cavalliensis*, espèces endémiques à l'est du Libéria et l'ouest de la Côte d'Ivoire précisément au fleuve Cavally en Côte d'Ivoire et à la rivière Cess, St John et Sanguin affluents du bassin du Cavally au Libéria ont été échantillonnées.



**Figure 14** : Proportions relative, en nombre d'espèces, des principales familles de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

La **figure 15** présente quelques espèces de poissons dominantes dans les captures observées pendant cette étude portant sur le fleuve Cavally.



**Figure 15** : Quelques espèces de poissons observées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

### 3.1.1.1.3. Variation spatiale de la richesse spécifique de l'ichtyofaune du fleuve Cavally

La distribution des espèces de poissons dans les trois secteurs considérés de notre zone d'étude du fleuve Cavally indique 71 espèces dans le secteur amont, 52 espèces dans la zone minière et 66 espèces dans le secteur aval (**Tableau VII**). Dans l'ensemble, 50 espèces sont communes aux trois secteurs d'échantillonnage. Sept (07) espèces (*Mormyrus tapirus*, *Labeo parvus*, *Enteromius leonnensis*, *Chrysichthys auratus*, *Epiplatys hildegardae*, *Thysochromis ansorgii* et *Tilapia brevipennis*) ont été observées seulement en zone amont. Trois (03) espèces (*Hepsetus occidentalis*, *Pelmatolapia mariae* et *Sarotherodon melanotheron*) ont uniquement été capturées en aval. En revanche, aucune espèce n'est apparue spécifique à la zone minière.

**Tableau VII** : Distribution des espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally dans cette étude du fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

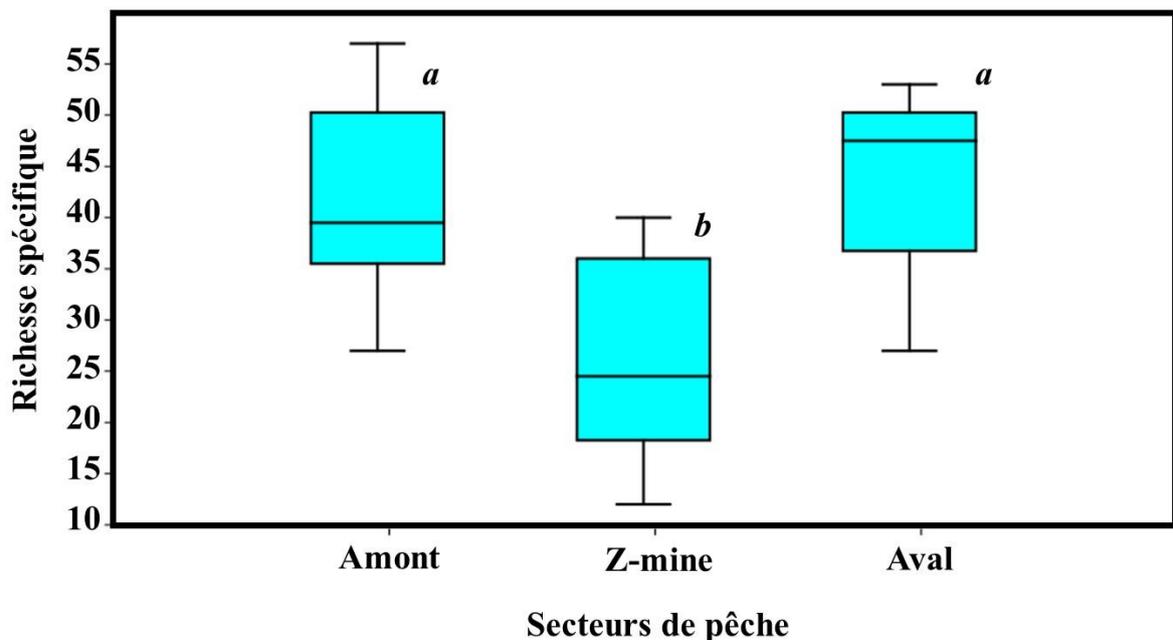
Familles	Espèces	Secteur d'échantillonnage		
		Amont	Zone minière	Aval
Polypteridae	<i>Polypterus palmas</i>	+	+	+
Clupeidae	<i>Pellonula leonensis</i> *	+	+	+
	<i>Pellonula vorax</i> *	+	+	+
Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>	+	+	+
Notopteridae	<i>Papyrochranus afer</i>	+	+	+
Mormyridae	<i>Mormyrus tapirus</i>	+		
	<i>Mormyrus rume</i>	+	+	+
	<i>Marcusenius senegalensis</i>	+	+	+
	<i>Marcusenius furcidens</i>	+	+	+
	<i>Marcusenius ussheri</i>	+	+	+
	<i>Mormyrops breviceps</i>	+	+	+
	<i>Mormyrops anguilloides</i>	+	+	+
	<i>Brienomyrus brachyistius</i>	+	+	
	<i>Petrocephalus pellegrini</i>	+	+	+
	<i>Petrocephalus bovei</i>	+	+	+
	<i>Hippopotamyrus pictus</i>	+	+	+
Hepsetidae	<i>Hepsetus odoe</i>	+	+	+
	<i>Hepsetus occidentalis</i>			+
Alestidae	<i>Brycinus longipinnis</i>	+	+	+
	<i>Brycinus derhami</i>	+	+	+
	<i>Brycinus nurse</i>	+	+	+
	<i>Brycinus imberi</i>	+	+	+
	<i>Brycinus macrolepidotus</i>	+	+	+
	<i>Micralestes occidentalis</i>	+	+	+
Distichodontidae	<i>Nannocharax fasciatus</i>	+	+	+
	<i>Raiamas nigeriensis</i>	+	+	+
Cyprinidae	<i>Raiamas senegalensis</i>	+	+	+
	<i>Raiamas nigeriensis</i>	+	+	+

Tableau VII (Suite et fin)

Familles	Espèces	Amont	Zone minière	Aval
	<i>Labeo coubie</i>	+	+	+
	<i>Labeo parvus</i>	+		
	<i>Labeobarbus parawaldroni</i>	+		+
	<i>Enteromius leonnensis</i>	+		
	<i>Labeobarbus wurtzi</i>	+	+	+
	<i>Enteromius trispilos</i>	+	+	+
	<i>Enteromius macrops</i>	+	+	+
	<i>Enteromius ablaves</i>	+	+	+
	<i>Enteromius chlorotaenia</i>	+	+	+
	<i>Enteromius bigornei</i>	+		+
	<i>Enteromius inaequalis</i>	+		+
Claroteridae	<i>Chrysichthys maurus</i>	+	+	+
	<i>Chrysichthys teugelsi</i>	+		+
	<i>Chrysichthys auratus</i>	+		
	<i>Chrysichthys</i> sp.	+		+
	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	+	+	+
Schilbeidae	<i>Parailia pelucida</i>	+		+
	<i>Schilbe mandibularis</i>	+	+	+
Clariidae	<i>Heterobranchus longifilis</i>	+	+	+
	<i>Heterobranchus isopterus</i>	+	+	+
	<i>Clarias anguillaris</i>	+	+	+
	<i>Clarias salae</i>	+		+
	<i>Clarias ebriensis</i>	+	+	+
	<i>Clarias laeviceps</i>	+	+	
Malapteruridae	<i>Malapterurus punctatus</i>	+	+	+
Poeciliidae	<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>	+	+	+
Nothobranchiidae	<i>Epiplatys olbrechtsi</i>	+	+	+
	<i>Epiplatys hildegardae</i>	+		
	<i>Scriptaphyosemion schmitti</i>			+
Channidae	<i>Parachanna obscura</i>	+	+	+
Cichlidae	<i>Chromidotilapia cavalliensis</i>	+		+
	<i>Thysochromis ansorgii</i>	+		
	<i>Chromidotilapia guntheri</i>	+	+	+
	<i>Hemichromis fasciatus</i>	+	+	+
	<i>Hemichromis bimaculatus</i>	+	+	+
	<i>Pelmatolapia mariae</i>			+
	<i>Tilapia brevipinna</i>	+		
	<i>Coptodon walteri</i>	+	+	+
	<i>Coptodon zillii</i>	+	+	+
	<i>Coptodon guineensis</i> *	+	+	+
	<i>Oreochromis niloticus</i> **	+	+	+
	<i>Sarotherodon melanotheron</i> *			+
	<i>Sarotherodon tournieri</i>	+		+
<i>Sarotherodon caudomarginatus</i>	+		+	
Anabantidae	<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	+		+
Mastacembelidae	<i>Mastacembelus nigromarginatus</i>	+		+
<b>Total</b>				
<b>19</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>52</b>	<b>66</b>

\*: espèces à affinité marine et/ou estuarienne ; \*\*: espèces introduites

L'observation des échantillons obtenus a révélé que la richesse spécifique a varié de 27 à 57 espèces dans le secteur de pêche amont, de 12 à 40 dans la zone minière et de 27 à 53 dans le secteur de pêche aval. La richesse spécifique la plus élevée a été enregistrée à la station AM4 (Lièpleu 2) en amont du cours d'eau avec 57 espèces ; soit 76% de l'ichtyofaune du fleuve Cavally. La richesse spécifique la plus faible (12 espèces) a été observée dans la station ZM4 (Sokloaleu) de la zone minière. L'analyse des données de la richesse spécifique de poissons inventoriées dans le fleuve Cavally montre qu'il y a une variation significative (Kruskall-Wallis ;  $p < 0,05$ ) de la richesse spécifique en fonction des zones de capture (**Figure 16**). La variation de la richesse spécifique en fonction des secteurs d'échantillonnage n'a pas montré de différence significative entre le secteur amont et aval (test de Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ). Toutes fois une différence significative a été observée entre ces deux secteurs et la zone minière (test de Mann-Whitney ;  $p < 0,05$ ).



**Figure 16** : Variations spatiales de la richesse spécifique de l'ichtyofaune à l'échelle des zones de captures dans le cours supérieur et moyen du fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

Les boîtes portant des lettres différentes présentent une différence significative (test de Mann-Whitney ;  $p < 0,05$ ). Z-mine = zone minière.

### 3.1.1.1.4. Variation saisonnière de l'ichtyofaune

- Zone amont

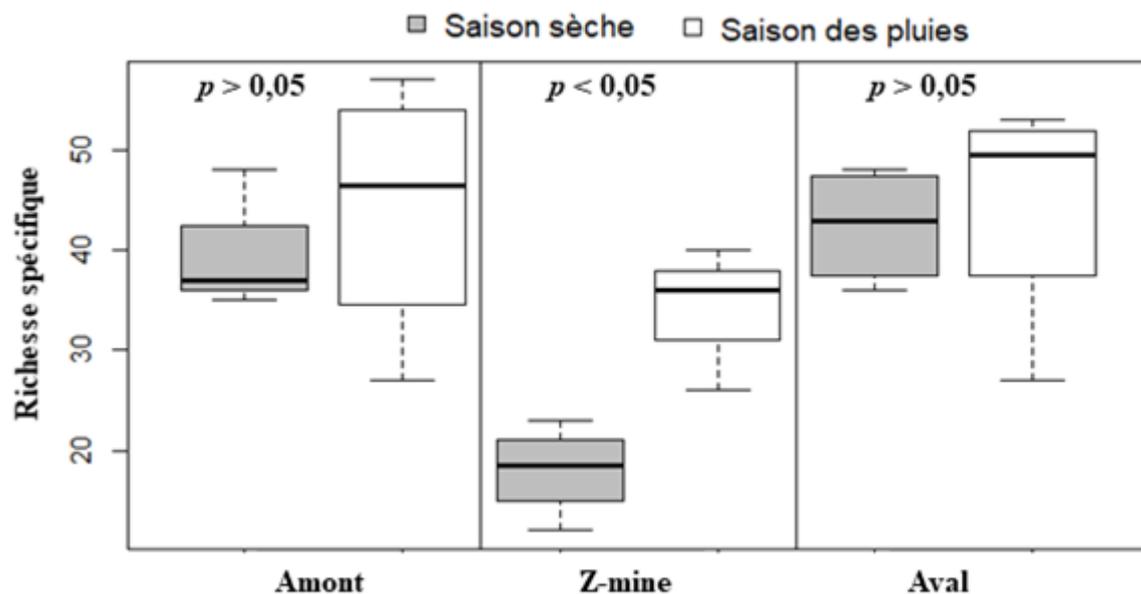
Les échantillons obtenues ont révélé que la richesse spécifique a varié de 35 à 48 espèces pendant la saison sèche et de 27 à 57 pendant la saison des pluies dans le secteur de pêche amont (**Figure 17**). Dans ce secteur, la richesse spécifique obtenue en saison des pluies (57 espèces) est supérieur à celle obtenues pendant la saison sèche (48 espèces). De plus la variation de richesse spécifique a été non significative d'une saison à une autre (test de Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ).

- Zone minière

La richesse spécifique de l'ichtyofaune rencontré dans cette zone a varié de 12 à 23 espèces pendant la saison sèche et de 26 à 40 espèces pendant la saison des pluies. la richesse spécifique obtenues pendant la saison sèches (23 espèces) est inférieur à celle obtenues pendant la saisons des pluies(40 espèces) (**Figure 17**). La richesse spécifique a varié significativement d'une saison à l'autre dans la zone minière (test de Mann-Whitney ;  $p < 0,05$ ).

- Zone aval

L'analyse du peuplement ichthyologique a montré que la richesse spécifique a oscillé entre 27 et 53 espèces en saison des pluies et entre 36 et 47 espèces en saison sèche (**Figure 17**). La richesse spécifique observée pendant la saison des pluies (53 espèces) est supérieur à celle observée durant la saison sèche (47 espèces). Le test de Mann-Whitney n'a pas montré de différence significative de la richesse spécifique entre les saisons ( $p > 0,05$ ).



**Figure 17** : Variations saisonnières de la richesse spécifique de l'ichtyofaune à l'échelle des zones de captures dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

### 3.1.1.1.5. Pourcentage d'occurrence des espèces de poissons

En fonction du gradient Amont – Aval du fleuve Cavally, le pourcentage d'occurrence des différentes espèces dans les zones visitées a permis de les regrouper en espèces constantes (EC), espèces accessoires (EAC) et en espèces accidentelles (EACI).

Les **tableaux VIII, IX et X** présentent l'occurrence des espèces par zone d'échantillonnage ainsi que leur classification par catégorie d'occurrence.

Au niveau de la zone amont, 24 espèces constantes ont été identifiées. Elles correspondent à 32 % de l'ichtyofaune capturés dans le fleuve Cavally. Vingt-et-un espèces accessoires représentant 28% des espèces de poissons capturés dans le fleuve Cavally ont été enregistrées. Au nombre de 30, les espèces accidentelles rencontrées représentent 40 % de l'ichtyofaune du fleuve Cavally (**Tableau VIII**).

Dans la zone minière, 10 espèces constantes ont été capturés. Cette catégorie représente 13,33% des espèces échantillonnées dans le fleuve Cavally. Huit (08) espèces accessoires correspondant à 10,67% de l'ichtyofaune du fleuve Cavally ont été observées. Les 57 espèces accidentelles capturées dans la zone minière représentent 76% de l'ichtyofaune observée (**Tableau IX**).

En zone aval, 37 espèces constantes ont été observées. L'ensemble de ces espèces représente 49,33% des poissons capturés dans le fleuve Cavally. Quatorze (14) espèces accessoires ont été identifiées dans ce secteur. Ces espèces correspondent à 18,67% des espèces identifiées du Cavally. Les vingt-quatre (24) espèces accidentelles capturées correspondent à 32% des poissons inventoriés dans le Cavally (**Tableau X**).

La synthèse des données d'occurrences montre que la zone minière est dominée par des espèces accidentelles (**Tableau XI**).

**Tableau VIII** : Classification des espèces de poissons capturées en fonction de leur occurrence enregistrée dans la zone amont échantillonnée sur le fleuve Cavally.

Espèces constantes ≥ 50%		Espèces accessoires [25 - 50% [		Espèces accidentelles < 25%	
<i>Brycinus longipinnis</i>	100	<i>Micralestes occidentalis</i>	46,66	<i>Marcusenius furcidens</i>	20
<i>Brycinus imberi</i>	100	<i>Enteromius trispilos</i>	40	<i>Chrysichthys auratus</i>	20
<i>Brycinus macrolepidotus</i>	100	<i>Chrysichthys sp.</i>	40	<i>Clarias salae</i>	20
<i>Micralestes eburneensis</i>	100	<i>Clarias anguillaris</i>	40	<i>Malapterurus punctatus</i>	20
<i>Schilbe mandibularis</i>	100	<i>Chromidotilapia guntheri</i>	40	<i>Thysochromis ansorgii</i>	20
<i>Heterobranchus isopterus</i>	100	<i>Coptodon guineensis</i>	40	<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	20
<i>Coptodon walteri</i>	100	<i>Papyrochranus afer</i>	33,33	<i>Polypterus palmas</i>	13,33
<i>Pellonula leonensis</i>	93,33	<i>Mormyrops breviceps</i>	33,33	<i>Mormyrus tapirus</i>	13,33
<i>Hepsetus odoe</i>	93,33	<i>Brienomyrus brachyistius</i>	33,33	<i>Mormyrus rume</i>	13,33
<i>Brycinus nurse</i>	93,33	<i>Raiamas senegalensis</i>	33,33	<i>Hippopotamyrus pictus</i>	13,33
<i>Coptodon zillii</i>	86,66	<i>Chrysichthys teugelsi</i>	33,33	<i>Labeo parvus</i>	13,33
<i>Pollimyrus isidori</i>	80	<i>Hemichromis bimaculatus</i>	33,33	<i>Enteromius leonensis</i>	13,33
<i>Brycinus derhami</i>	73,33	<i>Mormyrops anguilloides</i>	26,66	<i>Enteromius macrops</i>	13,33
<i>Enteromius ablaves</i>	73,33	<i>Nannocharax fasciatus</i>	26,66	<i>Enteromius inaequalis</i>	13,33
<i>Oreochromis niloticus</i>	73,33	<i>Raiamas nigeriensis</i>	26,66	<i>Parailia pellucida</i>	13,33
<i>Heterobranchus longifilis</i>	73,3	<i>Labeo coubie</i>	26,66	<i>Sarotherodon tournieri</i>	13,33
<i>Pellonula vorax</i>	66,66	<i>Labeobarbus parawaldroni</i>	26,66	<i>Mastacembelus nigromarginatus</i>	13,33
<i>Marcusenius senegalensis</i>	66,66	<i>Enteromius chlorotaenia</i>	26,66	<i>Sarotherodon caudomarginatus</i>	13,33
<i>Marcusenius ussheri</i>	66,66	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	26,66	<i>Heterotis niloticus</i>	13,33
<i>Petrocephalus pellegrini</i>	66,66	<i>Clarias ebriensis</i>	26,66	<i>Labeobarbus wurtzi</i>	6,66
<i>Parachanna obscura</i>	66,66	<i>Clarias laeviceps</i>	26,66	<i>Enteromius bigornei</i>	6,66
<i>Hemichromis fasciatus</i>	66,66			<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>	6,66
<i>Petrocephalus bovei</i>	60			<i>Epiplatys olbrechtsi</i>	6,66
<i>Chrysichthys maurus</i>	60			<i>Epiplatys hildegarde</i>	6,66
				<i>Chromidotilapia cavalliensis</i>	6,66
				<i>Tilapia brevimanus</i>	6,66
				<i>Pelmatolapia mariae</i>	-
				<i>Hepsetus occidentalis</i>	-
				<i>Scriptaphyseosion schmitti</i>	-
				<i>Sarotherodon melanotheron</i>	-
<b>TOTAL = 24 ; (32%)</b>		<b>TOTAL = 21 ; (28%)</b>		<b>TOTAL = 30 ; (40%)</b>	

**Tableau IX :** Classification des espèces de poissons capturées en zone minière, sur le fleuve Cavally, en fonction de leur occurrence.

Espèces constantes ≥ 50%		Espèces accessoires [25 - 50% [		Espèces accidentelles < 25%	
<i>Micralestes eburneensis</i>	100	<i>Marcusenius senegalensis</i>	36,66	<i>Heterotis niloticus</i>	6,66
<i>Schilbe mandibularis</i>	100	<i>Petrocephalus bovei</i>	36,66	<i>Marcusenius ussheri</i>	23,33
<i>Brycinus imberi</i>	96,66	<i>Pollimyrus isidori</i>	36,66	<i>Enteromius ablaves</i>	23,33
<i>Heterobranchus longifilis</i>	80	<i>Coptodon zillii</i>	36,66	<i>Brycinus derhami</i>	20
<i>Brycinus longipinnis</i>	76,66	<i>Pellonula vorax</i>	30	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	20
<i>Brycinus nurse</i>	73,33	<i>Hepsetus odoe</i>	30	<i>Parachanna obscura</i>	20
<i>Coptodon walteri</i>	70	<i>Oreochromis niloticus</i>	30	<i>Papyrochranus afer</i>	16,66
<i>Pellonula leonensis</i>	63,33	<i>Petrocephalus pellegrini</i>	26,66	<i>Hemichromis fasciatus</i>	16,66
<i>Brycinus macrolepidotus</i>	63,33			<i>Coptodon guineensis</i>	16,66
<i>Heterobranchus isopterus</i>	50			<i>Polypterus palmas</i>	13,33
				<i>Mormyrus rume</i>	13,33
				<i>Mormyrops anguilloides</i>	13,33
				<i>Micralestes occidentalis</i>	13,33
				<i>Enteromius trispilos</i>	13,33
				<i>Chrysichthys maurus</i>	13,33
				<i>Clarias anguillaris</i>	13,33
				<i>Clarias laeviceps</i>	13,33
				<i>Malapterurus punctatus</i>	13,33
				<i>Labeo coubie</i>	10
				<i>Chromidotilapia guntheri</i>	10
				<i>Hemichromis bimaculatus</i>	10
				<i>Marcusenius furcidens</i>	6,66
				<i>Brienomyrus brachyistius</i>	6,66
				<i>Raiamas nigeriensis</i>	6,66
				<i>Clarias ebriensis</i>	6,66
				<i>Mormyrops breviceps</i>	3,33
				<i>Hippopotamyrus pictus</i>	3,33
				<i>Nannocharax fasciatus</i>	3,33
				<i>Raiamas senegalensis</i>	3,33
				<i>Labeobarbus wurtzi</i>	3,33
				<i>Enteromius macrops</i>	3,33
				<i>Enteromius chlorotaenia</i>	3,33
				<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>	3,33
				<i>Epiplatys olbrechtsi</i>	3,33
				<i>Labeo parvus</i>	-
				<i>Pelmatolapia mariae</i>	-
				<i>Clarias salae</i>	-
				<i>Mormyrus tapirus</i>	-
				<i>Chrysichthys sp.</i>	-
				<i>Tilapia brevipennis</i>	-
				<i>Hepsetus occidentalis</i>	-
				<i>Parailia pellucida</i>	-

**Tableau IX (Suite et fin)**

Espèces constantes $\geq 50\%$	Espèces accessoires [25 - 50% [	Espèces accidentelles < 25%
		<i>Enteromius bigornei</i> -
		<i>Chrysichthys auratus</i> -
		<i>Enteromius leonnensis</i> -
		<i>Enteromius inaequalis</i> -
		<i>Chrysichthys teugelsi</i> -
		<i>Epiplatys hildegarde</i> -
		<i>Ctenopoma kingsleyae</i> -
		<i>Thysochromis ansorgii</i> -
		<i>Sarotherodon tournieri</i> -
		<i>Chromidotilapia cavalliensis</i> -
		<i>Sarotherodon melanotheron</i> -
		<i>Sarotherodon caudomarginatus</i> -
		<i>Mastacembelus nigromarginatus</i> -
		<i>Labeobarbus parawaldroni</i> -
		<i>Scriptaphyosemion schmitti</i> -
<b>TOTAL = 10 ; (13,33 %)</b>	<b>TOTAL = 8 ; (10,67 %)</b>	<b>TOTAL = 57 ; (76 %)</b>

**Tableau X :** Classification des espèces de poissons capturées en aval sur le fleuve Cavally en fonction de leur occurrence (%).

Espèces constantes ≥ 50%		Espèces accessoires [25 - 50% [		Espèces accidentelles < 25%	
<i>Hepsetus odoe</i>	100	<i>Heterotis niloticus</i>	40	<i>Marcusenius furcidens</i>	20
<i>Hepsetus occidentalis</i>	100	<i>Mormyrus rume</i>	40	<i>Hippopotamyrus pictus</i>	20
<i>Brycinus longipinnis</i>	100	<i>Nannocharax fasciatus</i>	40	<i>Labeobarbus wurtzi</i>	20
<i>Brycinus nurse</i>	100	<i>Raiamas senegalensis</i>	40	<i>Enteromius macrops</i>	20
<i>Brycinus imberi</i>	100	<i>Enteromius trispilos</i>	40	<i>Chrysichthys maurus</i>	20
<i>Brycinus macrolepidotus</i>	100	<i>Enteromius chlorotaenia</i>	40	<i>Epiplatys olbrechtsi</i>	20
<i>Micralestes eburneensis</i>	100	<i>Enteromius bigornei</i>	40	<i>Chromidotilapia cavalliensis</i>	20
<i>Schilbe mandibularis</i>	100	<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>	40	<i>Sarotherodon tournieri</i>	20
<i>Heterobranchus longifilis</i>	100	<i>Tilapia mariae</i>	40	<i>Mastacembelus nigromarginatus</i>	20
<i>Heterobranchus isopterus</i>	100	<i>Mormyrops breviceps</i>	30	<i>Mormyrops anguilloides</i>	10
<i>Coptodon walteri</i>	100	<i>Chrysichthys sp.</i>	30	<i>Enteromius inaequalis</i>	10
<i>Pellonula leonensis</i>	90	<i>Parachanna obscura</i>	26,66	<i>Parailia pellucida</i>	10
<i>Marcusenius senegalensis</i>	90	<i>Hemichromis bimaculatus</i>	26,66	<i>Malapterurus punctatus</i>	10
<i>Marcusenius ussheri</i>	90	<i>Sarotherodon caudomarginatus</i>	26,66	<i>Scriptaphyosemion schmitti</i>	10
<i>Petrocephalus pellegrini</i>	90			<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	10
<i>Petrocephalus bovei</i>	90			<i>Labeo parvus</i>	-
<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	90			<i>Mormyrus tapirus</i>	-
<i>Polypterus palmas</i>	80			<i>Clarias laeviceps</i>	-
<i>Micralestes occidentalis</i>	80			<i>Tilapia brevipennis</i>	-
<i>Hemichromis fasciatus</i>	80			<i>Chrysichthys auratus</i>	-
<i>Coptodon zillii</i>	80			<i>Epiplatys hildegarde</i>	-
<i>Pellonula vorax</i>	70			<i>Enteromius leonensis</i>	-
<i>Brycinus derhami</i>	70			<i>Thysochromis ansorgii</i>	-
<i>Labeo coubie</i>	70			<i>Brienomyrus brachyistius</i>	-
<i>Clarias anguillaris</i>	70				
<i>Clarias salae</i>	70				
<i>Coptodon guineensis</i>	70				
<i>Oreochromis niloticus</i>	70				
<i>Enteromius ablabes</i>	60				
<i>Chrysichthys teugelsi</i>	60				
<i>Chromidotilapia guntheri</i>	60				
<i>Papyrochranus afer</i>	50				
<i>Pollimyrus isidori</i>	50				
<i>Raiamas nigeriensis</i>	50				
<i>Labeobarbus parawaldroni</i>	50				
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	50				
<i>Clarias ebriensis</i>	30				
<b>TOTAL = 37 ; (49,33 %)</b>		<b>TOTAL = 14 ; (18,67 %)</b>		<b>TOTAL = 24 ; (32%)</b>	

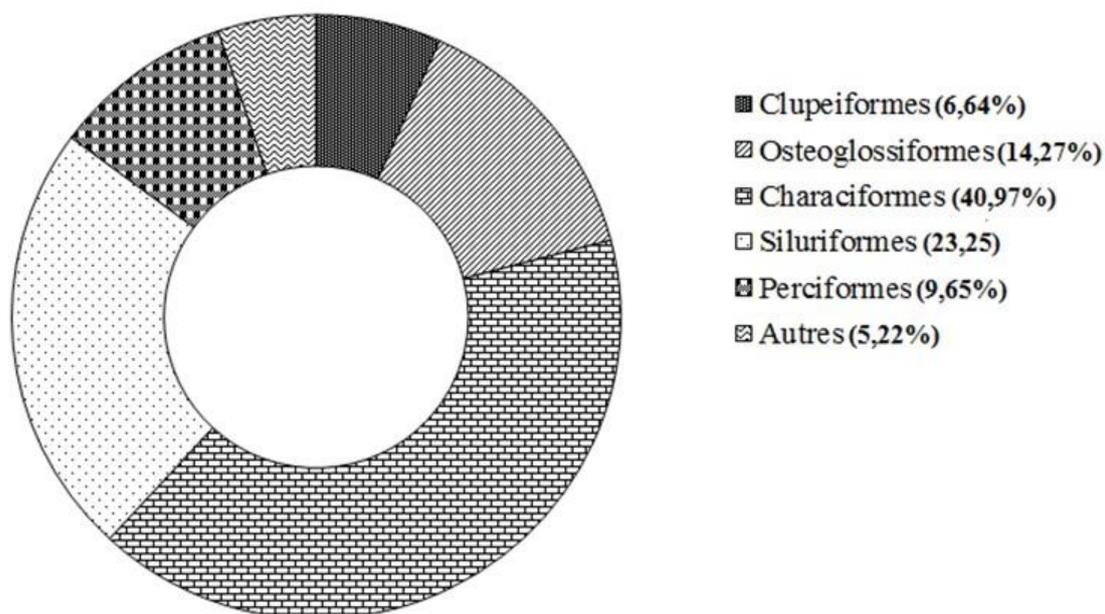
**Tableau XI** : Synthèse des données d'occurrence des espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

	Occurrences des espèces		
	constantes $\geq 50$ %	accessoires [25 – 50 % [	accidentelles < 25 %
Zone amont	32,00%	28,00 %	40,00 %
Zone minière	13,33 %	10,67 %	76,00 %
Zone avale	49,33 %	18,67 %	32,00 %

### 3.1.1.2. Analyse quantitative de l'ichtyofaune du fleuve Cavally

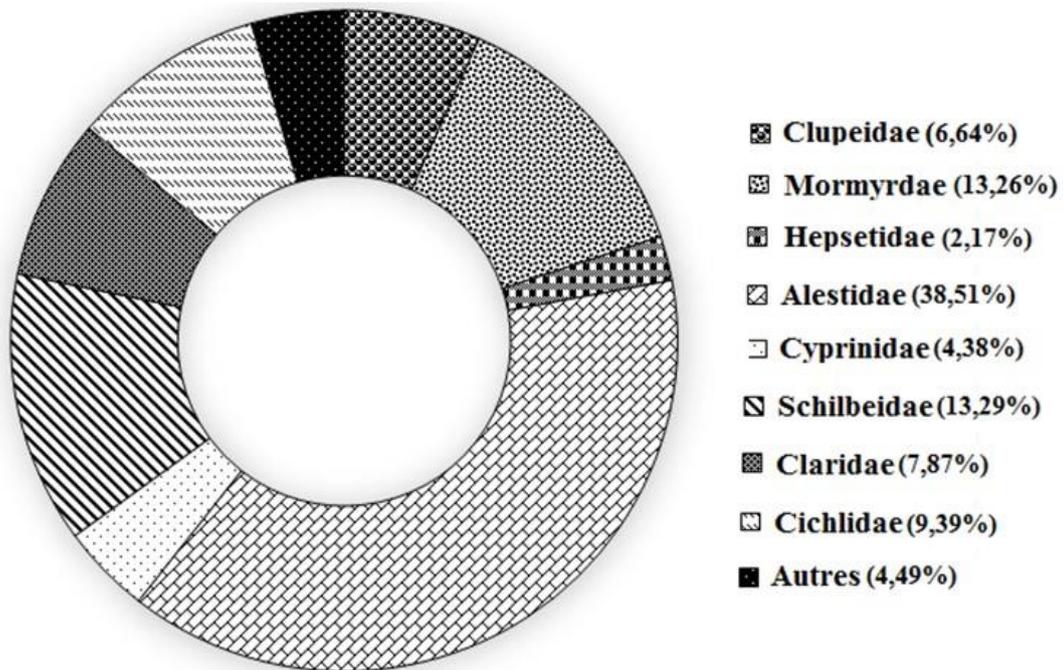
#### 3.1.1.2.1. Abondance relative de l'ichtyofaune du fleuve Cavally

Au total 3 173 spécimens de poissons ont été échantillonnés dans le fleuve Cavally au cours des différentes campagnes d'échantillonnage (pêche expérimentale). Les proportions numériques des différents ordres de poissons indiquent que l'ordre des Characiformes et celui des Siluriformes présentent les plus grands pourcentages numériques avec respectivement 40,97 % et 23,25 % des effectifs de poissons récoltés (**Figure 18**). Ils sont suivis des Osteoglossiformes (14,27 %), des Perciformes (9,65 %) et Clupeiformes (6,64 %). Les trois derniers ordres (Polypteriformes, Cypriniformes et Cyprinodontiformes) représentent ensemble 5,22 % de l'effectif.



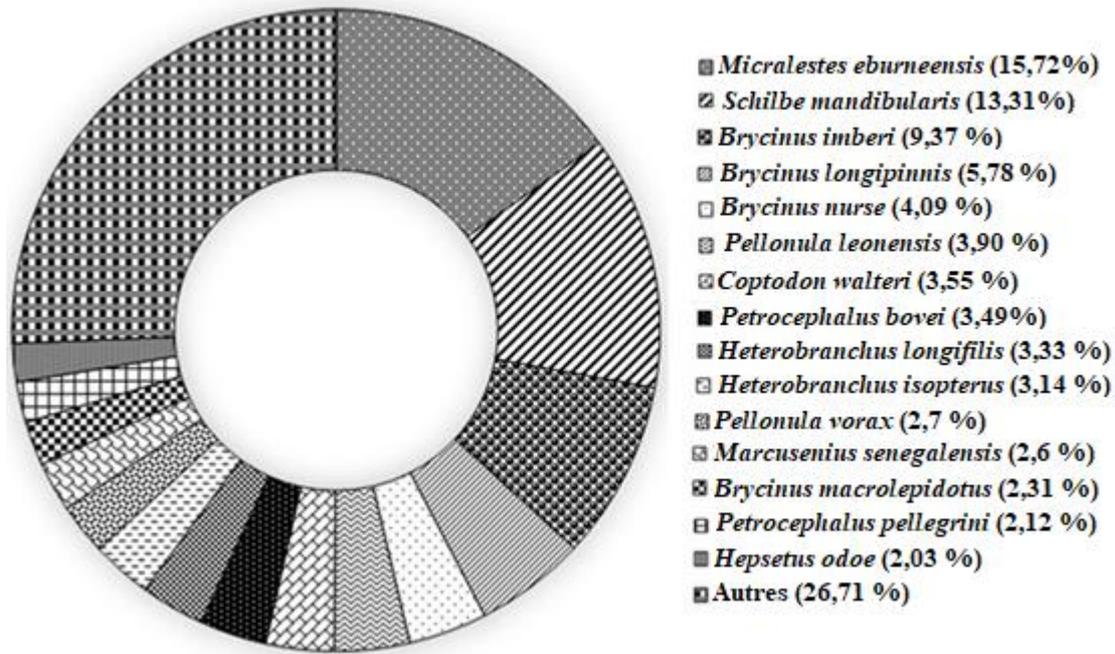
**Figure 18** : Abondance relative des principaux ordres de poissons capturés dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

En considérant les familles, celle des Alestidae est la plus importante avec 38,51 % de l'abondance. Cette famille est suivie, des Schilbeidae (13,29 %), Mormyridae (13,26 %), Cichlidae (9,39 %), Claridae (7,87 %), Clupeidae (6,64 %), Cyprinidae (4,38 %) et des Hepsetidae (2,17 %). Les familles restantes (Polypteridae, Arapaimidae, Notopteridae, Distichodontidae, Claroteridae, Malapteruridae, Poeciliidae, Epiplatyinae, Nothobranchiidae, Channidae, Anabantidae et les Mastacembelidae) ont des abondances numériques relatives inférieures à 2,00 % (**Figure 19**).



**Figure 19** : Abondance relative des principales familles de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

Les espèces les plus abondantes dans les captures réalisées dans l'ensemble du cours supérieur et moyen du fleuve Cavally sont *Micralestes eburneensis* (15,72 %), *Schilbe mandibularis* (13,31%), *Brycinus imberi* (9,37%), *Brycinus longipinnis* (5,78%), *Brycinus nurse* (4,09%), *Pellonula leonensis* (3,90%), *Coptodon walteri* (3,55%), *Petrocephalus bovei* (3,49%), *Heterobranchus longifilis* (3,33%), *Heterobranchus isopterus* (3,14%), *Pellonula vorax* (2,7%), *Marcusenius senegalensis* (2,6%), *Brycinus macrolepidotus* (2,31%), *Petrocephalus pellegrini* (2,12%) et *Hepsetus odoe* (2,03%). Les 60 autres espèces ayant chacune une abondance inférieure 2 % (**Figure 20**).

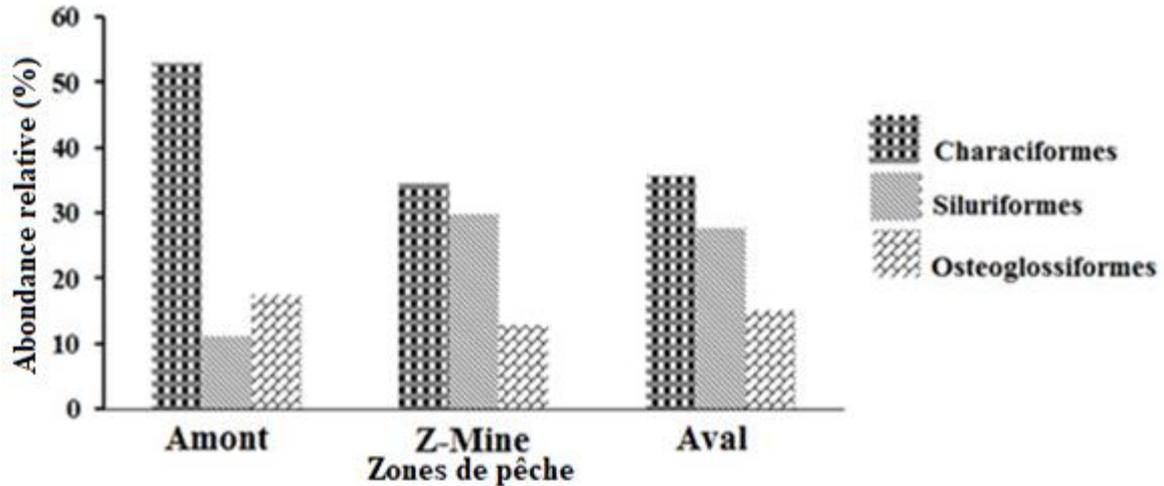


**Figure 20 :** Abondance relative des principales espèces de poissons capturées dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

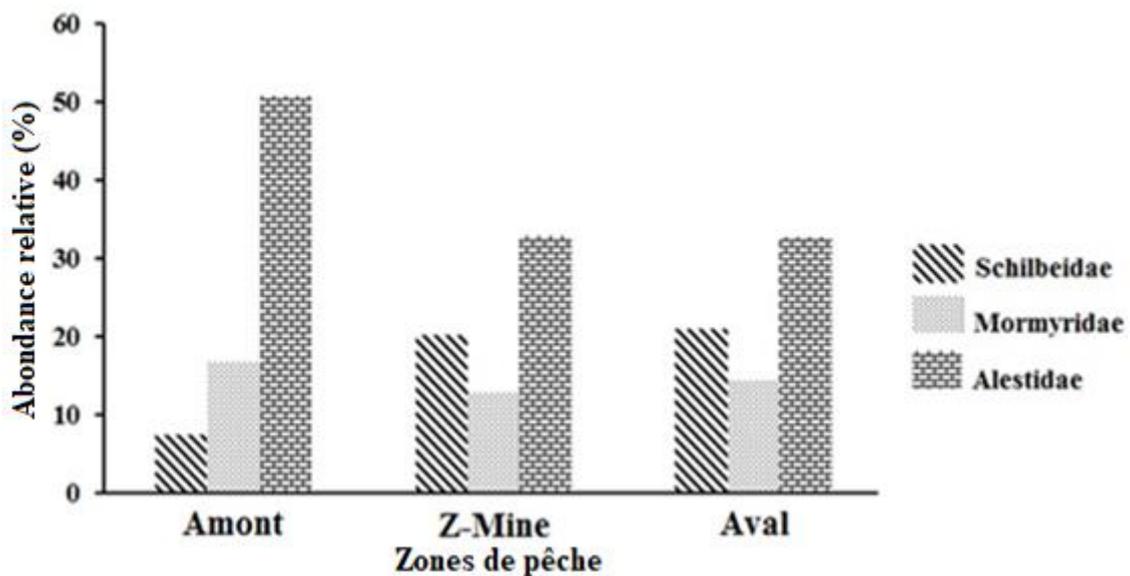
### 3.1.1.2.2. Variation spatiale de l'abondance de l'ichtyofaune du fleuve Cavally

Les proportions des différents ordres échantillonnés indiquent que l'ordre Characiformes est la mieux représenté des captures dans les trois zones avec 53 % en amont, 34,49 % dans la zone minière et 35,59 % en aval. Les Siluriformes sont apparues les plus importants dans les captures après les characiformes dans la zone minière (29,73 %) et en aval (27,75 %). Cependant en amont ce sont les Ostéoglossiformes (17,59 %) qui ont été secondairement plus représentatif dans les captures (**Figure 21**).

Au niveau des familles, les Alestidae dominant en amont, dans la zone minière et en aval avec respectivement 50,76 %, 32,94% et 32,69 %. Cette famille est suivie des Schilbeidae dans la zone minière (20,21 %) et en aval (20,88 %). Toutefois dans la zone amont la famille apparue secondairement importante est la famille des Mormyridae (16,88%) (**Figure 22**).



**Figure 21** : Abondance relative des principaux ordres de poissons en fonction des zones de pêche échantillonnées dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017.



**Figure 22** : Abondance relative de principales familles de poissons en fonction des zones de pêches échantillonnées dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à Mai 2017.

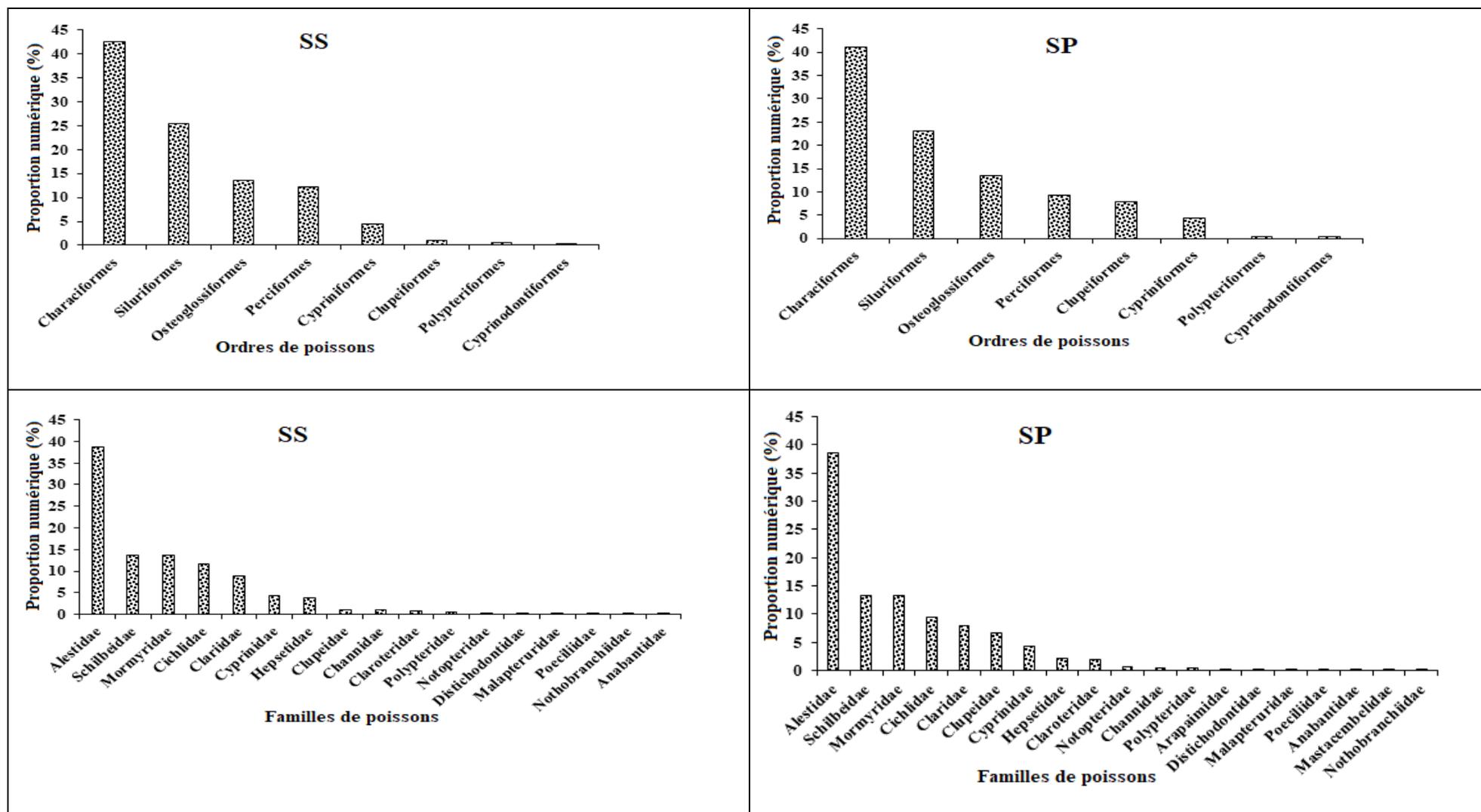
### 3.1.1.2.3. Variation saisonnière de l’abondance relative de l’ichtyofaune du fleuve Cavally

Trois ordres ont représenté plus de la moitié de l’ensemble des captures tant en saison sèche qu’en saison des pluies. Il s’agit des characiformes, des Siluriformes et des Ostéoglossiformes. Ces ordres représentent 81,41% de l’ensemble des captures à la saison sèche et 77,72% pour la saison des pluies (**Figure 23**).

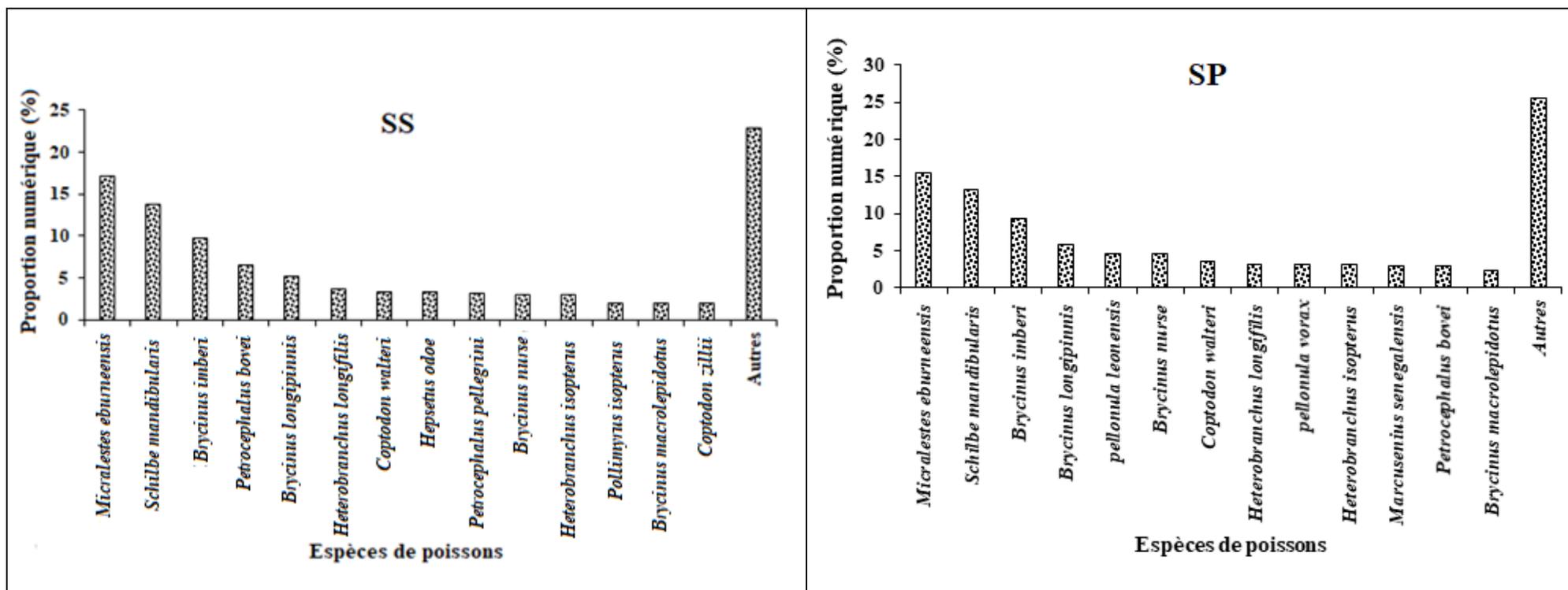
S'agissant des familles, la synthèse des données quantitatives a montré que 17 familles ont été observées en saison sèche contre 19 en saison des pluies. L'ensemble des échantillonnages de la saison sèche a révélé que les captures ont été dominées par les Alestidae (38,83 %), les Schilbeidae (13,69 %) et les Mormyridae (13,66%). Les séries de pêches pendant la saison des pluies ont permis d'indiquer que ces mêmes familles ont dominé les captures avec 38,92 % pour les Alestidae, 13,36 % pour les Schilbeidae et 12,52 % pour les Mormyridae (**Figure 24**).

Au niveau des espèces de poissons rencontrés, cinq espèces ont représenté plus de la moitié de l'ensemble des captures en saison sèches contre six espèces en saison des pluies. En saison sèche, il s'agit de *Micralestes eburneensis* (17,12 %), *Schilbe mandibularis* (13,66 %), *Brycinus imberi* (9,65 %), *Petrocephalus bovei* (6,55 %) et *Brycinus longipinnis* (5,10 %). En saison des pluies, les espèces prédominantes sont : *Micralestes eburneensis* (15,46 %), *Schilbe mandibularis* (13,25 %), *Brycinus imberi* (9,32 %), *Brycinus longipinnis* (5,92 %), *Pellonula leonensis* (4,58 %) et *Brycinus nurse* (4,35%).

Les autres espèces ayant un pourcentage numérique inférieur à deux pourcent (2%) de l'ensemble des captures représentent 22,83% des captures en saison sèches et 25,43 % en saison des pluies.



**Figure 23 :** Variation saisonnière de l'abondance relative des ordres et des familles de poissons capturés dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017. **SS :** saison sèche ; **SP :** Saison des pluies



**Figure 24** : Variation saisonnière de l’abondance relative des espèces de poissons capturés dans le fleuve Cavally d’avril 2015 à mai 2017. SS : saison sèche ; SP : Saison des pluies

### 3.1.2. Discussion

L'inventaire de la richesse spécifique a permis de recenser 75 espèces dans la présente étude. Des études antérieures effectuées par Daget & Iltis (1965), Hugueny (1989), Bachmann *et al.* (1996) et Irz *et al.* (2002) ont permis d'établir une relation entre le nombre de taxons et la surface du bassin versant. La richesse théorique maximale en espèce a été estimée à 78 par la méthode de Hugueny & Lévêque (1999) et la richesse théorique minimale est de 62 selon la méthode de Hugueny (1989). L'ichtyofaune du fleuve Cavally observé au cours de cette étude qui compte 75 espèces se situe dans l'intervalle de variation des capacités théoriques attendues qui est entre 62 et 78 espèces. Ce résultat montre que l'approche d'échantillonnage se basant sur la pêche expérimentale et sur l'analyse de la pêche artisanale est efficace. Neumann *et al.* (1995), Lévêque (1999) et Seegert (2000) ont observé que la combinaison de plusieurs engins et techniques de capture permet d'évaluer efficacement la diversité spécifique et la structure en taille des peuplements dans un hydrosystème.

La richesse spécifique (75 espèces) observée dans la présente étude est supérieure à celle recensée par Daget & Iltis (1965) (26 espèces), Teugels *et al.* (1988) (61 espèces), Paugy *et al.* (1994) (72 espèces), Gourène *et al.* (2005) (19 espèces), Kamelan *et al.* (2014) (65 espèces). Comparativement à toutes ces données, il ressort que plusieurs espèces n'ont pas été capturées lors de nos échantillonnages. Elles sont généralement de petite taille et capturées à la pêche électrique (*Enteromius punctitaeniatus*, *Enteromius tiekoroï*, *Enteromius boboi*, *Enteromius eburneensis*, *Enteromius traorei* Lévêque, *Labeobarbus bynni*, *Labeobarbus sacratus*, *Labeo alluaudi* et *Amphilius platychir*). Aussi, 22 espèces ont été signalées pour la première fois dans ce cours d'eau. Ces espèces sont : *Pellonula vorax*, *Heterotis niloticus*, *Mormyrus tapirus*, *Marcusenius senegalensis*, *Marcusenius fuscoides*, *Mormyrops breviceps*, *Brienomyrus brachyistius*, *Hippopotamyrus pictus*, *Pollimyrus isidori*, *Enteromius leonnensis*, *Enteromius macrops*, *Enteromius chlorotaenia*, *Chrysichthys auratus*, *Clarias anguillaris*, *Epiplatys hildegarde*, *Parachanna obscura*, *Thysochromis ansorgii*, *Pelmatolapia mariae*, *Tilapia brevimanus*, *Sarotherodon caudomarginatus*, *Sarotherodon melanotheron* et *Oreochromis niloticus*. Les différences observées entre nos résultats et ceux des travaux antérieurs pourraient s'expliquer par la différence de méthodes d'échantillonnage adoptées, les différents habitats visités, les périodes d'échantillonnages et l'effort d'échantillonnage (Gourène *et al.*, 1999 ; Kouamelan *et al.*, 2003 ; Yao *et al.*, 2005 ; Yao, 2006 ; Aliko, 2012 ; Konan *et al.*, 2015a ; Assi *et al.*, 2019).

L'analyse de la composition taxonomique du peuplement indique que les ordres des Siluriformes et des Perciformes sont les plus diversifiés avec chacun 20 % du nombre de familles inventoriées. Ces ordres sont suivis des Osteoglossiformes, des Cyprinodontiformes et Characiformes avec chacun 15 % des familles observées. Au niveau des familles, les Alestidae (38,51 %), les Schilbeidae (13,29 %) et les Mormyridae (13,26 %) sont apparues les mieux représentées du cours supérieur et moyen du fleuve du fleuve Cavally. La prédominance de ces ordres et de ces familles dans notre zone d'études pourrait s'expliquer par leur bonne adaptation aux conditions du milieu (Alhousseini, 2002). La prédominance de ces familles a été également observée par Yao (2006) dans la Comoé, par Aboua (2012), Aliko (2012) et Konan *et al.* (2015b) dans le Bandama, par Gbalo (2019) dans le Sassandra, par Koné *et al.* (2003) et Konan *et al.* (2018) dans le San-Pedro ainsi que par Da Costa *et al.* (2000), Gourène *et al.* (1999), Konan *et al.* (2006) dans des fleuves côtiers de Côte d'Ivoire.

Les espèces *Micralestes eburneensis* (15,72 %), *Schilbe mandibularis* (13,31 %), *Brycinus imberi* (9,37 %), *Brycinus longipinnis* (5,78 %), *Brycinus nurse* (4,09 %), *Pellonula leonensis* (3,90 %) et *Coptodon walteri* (3,55 %) sont les mieux représentées des captures.

L'abondance relativement importante de *S. mandibularis*, *B. imberi* et *B. nurse* s'expliquerait par l'abondance de leurs proies constituées principalement d'insectes dans notre zone d'étude. Selon Yao (2006) et Entsua-Mensah (2010), ces espèces sont connues comme ayant les insectes pour nourriture principale. Aussi, l'importance de *Pellonula leonensis* dans les captures s'expliquerait par son opportunisme alimentaire en fonction des disponibilités du milieu. En effet, cette espèce a un large spectre alimentaire composé préférentiellement d'insectes, de crustacés planctoniques, d'araignées et de fruits (Kouamé *et al.*, 2006)

L'ichtyofaune observée renferme quatre espèces à affinité marine ou estuarienne (*Pellonula leonensis*, *Pellonula vorax*, *Sarotherodon melanotheron* et *Coptodon guineensis*) et deux espèces introduites en Côte d'Ivoire (*Oreochromis niloticus* et *Heterotis niloticus*). La migration des espèces à affinité marine ou estuarienne et des espèces introduites pourrait justifier leurs présences dans notre zone d'étude. Aussi, l'absence de barrage sur le fleuve cavally pourrait aussi faciliter cette migration. Parmi les espèces rencontrées, *Micralestes eburneensis*, *Coptodon walteri*, *Chrysichthys teugelsi* et *Chromidotilapia cavalliensis*, espèces endémiques au bassin du Cavally sont présentes.

Dans la présente étude, il a été noté dans la zone minière une richesse spécifique (Rs = 52) inférieure à celle de la zone amont (Rs = 71) et de la zone aval (Rs = 66). La richesse spécifique

relativement faible dans la zone minière serait liée à l'impact de l'orpaillage sur ce secteur. En effet, bien que l'orpaillage ait de nombreux impacts socioéconomiques positifs, cette activité engendre de nombreux risques de dégradation de l'environnement et d'exacerbation des tensions socio-culturelles autour du fleuve Cavally et de ses ressources. De plus, la forte dégradation du couvert végétal et la déstructuration des berges du fleuve par l'intense activité minière dans ce secteur favorisent une pollution diffuse du cours d'eau (Lévêque & Paugy, 1999; Lefleuve, 2010). Konan *et al.* (2015b) et N'diaye (2016) ont fait les mêmes observations concernant la dégradation de l'environnement et l'érosion de la biodiversité ainsi que la perturbation des codes socio-culturels respectivement dans le Bandama en Côte d'Ivoire et dans le Niger au Mali. En outre, Anonyme (2017) et OMVS (2018) ont signalé sur la Bia (Ghana-Côte d'Ivoire) et la Falémé (affluent du fleuve Sénégal), une dégradation de la qualité des ressources en eau et des écosystèmes associés causée par l'utilisation par la filière d'orpaillage d'engins et de produits chimiques aux effets dévastateurs.

Les richesses spécifiques enregistrées au cours des deux saisons n'ont pas montré de différence en amont et en aval mais une différence entre les saisons dans la zone minière. Ces résultats en amont et en aval corroborent ceux de N'da (2015) dans la rivière Bagoué. Cette différence dans la zone minière entre les saisons s'expliquerait par l'intensification des activités d'orpaillages sur le lit du fleuve au cours de la saison sèche et la réduction de cette activité voir son absence pendant la saison des pluies.

Le pourcentage d'occurrence des espèces a révélé que les espèces constantes sont plus importantes en amont (32%) et en aval (49,33%). La présence d'espèces constantes dans la zone minière telles que *Brycinus longipinnis*, *Brycinus nurse*, *Brycinus imberi*, *Brycinus macrolepidotus*, *Micralestes eburneensis*, *Schilbe mandibularis*, *Heterobranchus longifilis*, *Heterobranchus isopterus*, *Coptodon walteri* et *Pellonula leonensis* pourrait s'expliquer par une bonne adaptation aux conditions du milieu de ces espèces dans cette zone (Jackson *et al.*, 1988 ; Alhousseini, 2002). Ces espèces pourraient aussi avoir une grande tolérance vis-à-vis de la modification des facteurs environnementaux (Yao, 2006).

## 3.2. QUALITE ECOLOGIQUE DU FLEUVE CAVALLY

### 3.2.1. Résultats

#### 3.2.1.1. Caractéristiques environnementales du fleuve Cavally

##### 3.2.1.1.1. Variation spatiale des paramètres physico-chimiques

Les variations des paramètres physico-chimiques (température, pH, taux d'oxygène dissous, conductivité, taux de solides dissous et transparence) sont présentées à la **figure 25**.

La température de l'eau a oscillé entre 22,5 (aval) et 28,7 °C (zone minière) (**Figure 25A**). La variation de la température en fonction des zones, a montré une différence significative entre l'amont et la zone minière (Kruskall-Wallis ;  $p < 0,05$ ), mais pas de différence significative entre ces deux zones et l'aval (Kruskall-Wallis ;  $p > 0,05$ ).

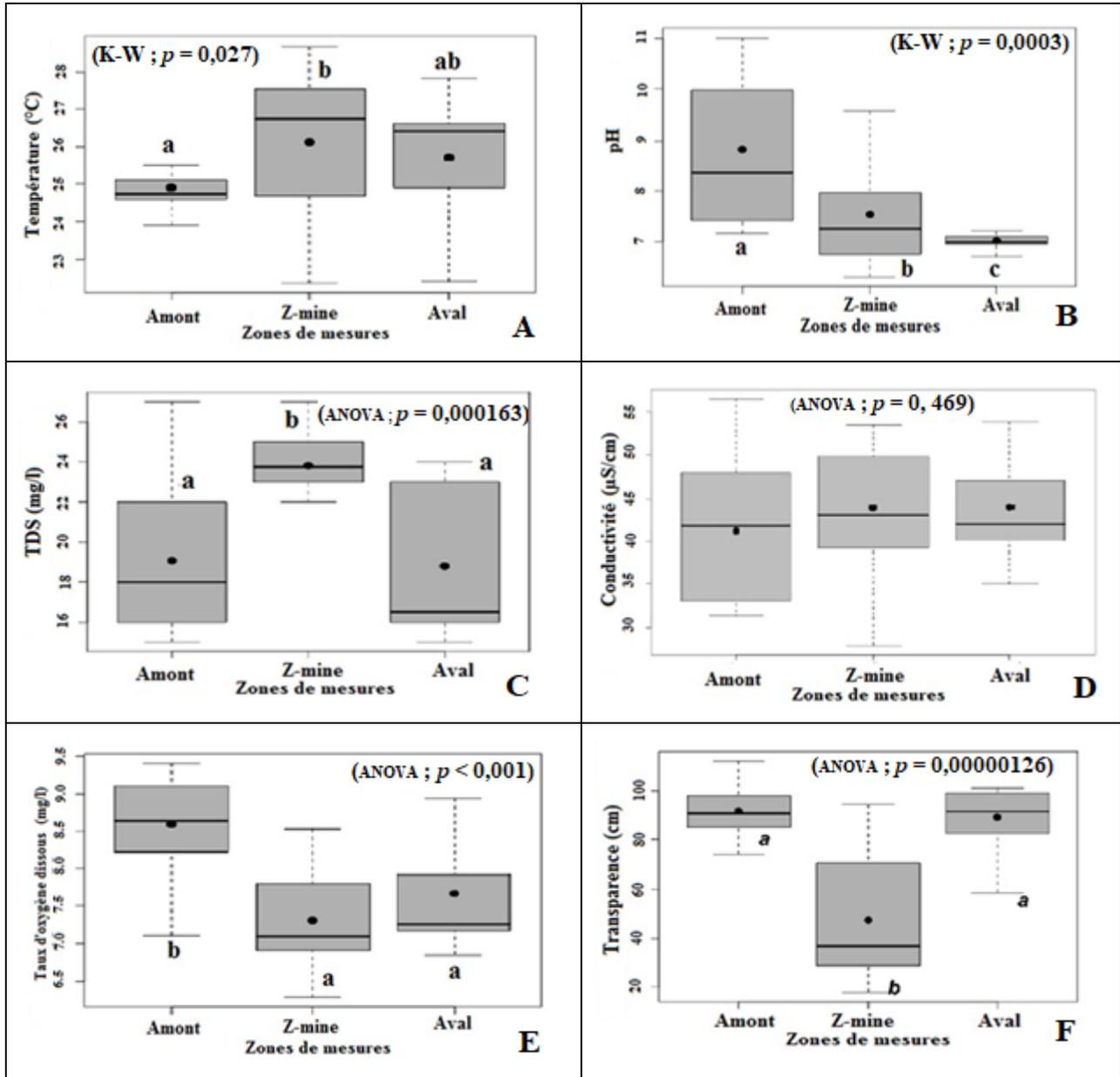
Le pH relevé dans la zone d'étude a varié de 6,31(zone minière) à 11,01 (amont) (**Figure 25B**). Les analyses de ce paramètre en fonction des secteurs d'échantillonnage a montré une différence significative entre l'amont, la zone minière et l'aval (Kruskall-Wallis ;  $p < 0,05$ ).

Le taux de solides dissous (TDS) a fluctué de 15 à 27 mg/L, avec une valeur moyenne de  $20,50 \pm 2,93$  mg/L. Le TDS moyen le plus élevé a été enregistré dans la zone minière ( $23,82 \pm 1,5$  mg/L). La plus faible valeur moyenne de cette variable a été obtenue en aval ( $18,8 \pm 3,7$  mg/L) (**Figure 25C**). Pour ce paramètre, aucune différence significative n'a été observée entre l'amont et l'aval (ANOVA ;  $p > 0,05$ ), mais une différence significative a été notée entre ces deux zones et la zone minière (ANOVA ;  $p < 0,05$ ).

La conductivité des eaux a varié de 28 à 56,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec une valeur moyenne de  $43,05 \pm 7,07$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour l'ensemble des zones prospectées. La zone minière ( $43,92 \pm 6,6$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) présente la valeur moyenne la plus élevée de conductivité et la valeur la plus faible a été mesurée en amont ( $41,23 \pm 8,6$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (**Figure 25D**). Ces valeurs n'ont pas montré de différence significative entre les zones étudiées (ANOVA ;  $p > 0,05$ ). Les valeurs minimale et maximale du taux d'oxygène dissous ont été respectivement de 6,28 mg/L et de 9,41 mg/L avec un taux moyen d'oxygène dissous de  $7,85 \pm 0,70$  mg/L. Le taux moyen d'oxygène dissous le plus élevé a été enregistré en amont ( $8,59 \pm 0,69$  mg/L). Quant à la plus faible valeur moyenne de ce paramètre, elle a été enregistrée dans la zone minière ( $7,31 \pm 0,63$  mg/L) (**Figure 25E**). La comparaison des valeurs d'oxygène dissous entre zones d'étude n'a pas montré de différence significative entre la zone minière et l'aval (ANOVA ;  $p > 0,05$ ), mais une différence significative est apparue entre ces deux zones et l'amont (ANOVA ;  $p < 0,05$ ).

Les valeurs de la transparence des eaux ont oscillé entre 20 et 112 cm. la valeur moyenne est de 75,95 cm. La valeur la plus élevée a été mesurée en amont (91,76 cm). Elle est plus faible

dans la zone minière (47,47 cm) (**Figure 25F**). La comparaison de ces valeurs n'a pas montré de différence significative entre l'amont et aval (ANOVA ;  $p > 0,05$ ), mais une différence entre ces deux zones et la zone minière (ANOVA ;  $p < 0,05$ ).



**Figure 25 :** Variation spatiale des paramètres physico-chimiques mesurés des zones visitées du fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

A) Température du cours d'eau ; B) Potentiel d'hydrogène du cours d'eau ; C) Taux de solides dissous du cours d'eau ; D) Conductivité du cours d'eau ; E) Taux d'Oxygène dissous du cours d'eau ; F) Transparence.

### 3.2.1.1.2. Variation spatiale des paramètres hydromorphologiques, du substrat et de la canopée

Les caractéristiques hydromorphologiques (largeur, profondeur et vitesse de l'eau) du Cavally sont présentées par la **figure 26**.

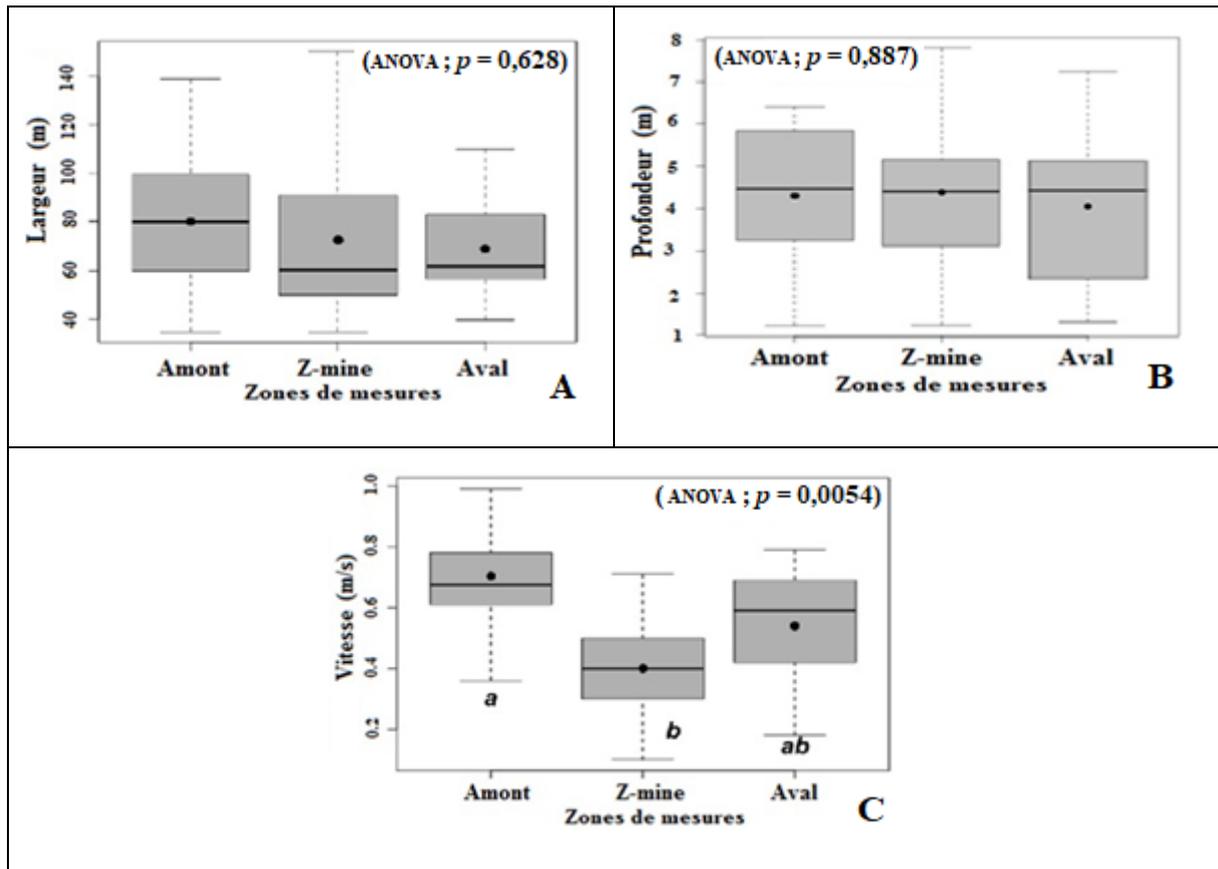
Les largeurs du cours d'eau varient de 36 à 145 m soit une largeur moyenne de 73,94 m pour l'ensemble des zones prospectées. La largeur moyenne diminue d'amont en aval avec une largeur plus élevée (80,20 m) en amont et plus faible (68,95 m) en aval (**Figure 26A**). Les largeurs mesurées n'ont pas varié d'une zone à l'autre (ANOVA ;  $p > 0,05$ ).

Les profondeurs enregistrées dans les zones visités révèlent une profondeur maximale de 7,80 m et une profondeur minimale de 1,24 m. La profondeur moyenne pour l'ensemble des zones échantillonnées est de  $4,25 \pm 1,86$  m. Elle est plus élevée dans la zone minière ( $4,39 \pm 1,8$  m) et l'aval a présenté la profondeur moyenne la plus faible ( $4,06 \pm 2,1$  m) (**Figure 26B**). La comparaison des profondeurs n'a pas montré de différences significatives entre l'amont, la zone minière et l'aval (ANOVA ;  $p > 0,05$ ).

Les vitesses de courant mesurées dans les différentes zones du Cavally prospectées fluctuent entre 0,1 et 0,99 m/s. La vitesse moyenne est de  $0,54 \pm 0,21$  m/s. Le courant a été plus fort ( $0,70 \pm 0,27$  m/s) en amont et plus faible (0,40 m/s) dans la zone minière (**Figure 26C**). Les vitesses enregistrées ont montré une différence significative entre l'amont et la zone minière (ANOVA ;  $p < 0,05$ ).

Dans l'ensemble, le substrat du cours d'eau varie d'une station à une autre (**Tableau XII**). Ainsi, l'amont est dominé par un substrat rocheux (70 %) avec une présence de débris végétaux (20 %). La zone minière est dominée par un substrat sableux et graveleux (45 %) avec une présence relativement faible de rochers (15 %), de débris végétaux (15 %) et de mélange argile-boue (15 %). Le substrat de la zone en aval est dominé par la composante sable - gravier (40 %), suivi de la boue (15 %), de l'argile (10 %) et du mélange argile-boue (10 %).

Sur l'ensemble de stations visitées, la canopée présente une moyenne de 36 %. Elle est plus élevée en aval (42,5 %) et faible en amont (30 %). Le cours supérieur du fleuve Cavally dans son ensemble se caractérise par une absence totale de plantes aquatiques.



**Figure 26 :** Variation spatiale des paramètres hydromorphologiques mesurés dans les zones du fleuve Cavally étudiées d’avril 2015 à mai 2017.  
 A) Largeur du cours d’eau ; B) Profondeur du cours d’eau ; C) Vitesse du cours d’eau

**Tableau XII :** Type de substrats observés dans la portion du Cavally échantillonnée d’avril 2015 à mai 2017

Secteurs de pêche	Sa	Ar	Gr	Bo	Ro	MAB	MSG	BmFR	Fcn	PA
<b>Amont</b>	15	0	5	0	50	0	10	20	30	0
<b>Zones minières</b>	10	5	5	5	15	15	30	15	35,5	0
<b>Aval</b>	15	10	5	15	10	15	20	10	42,5	0

Sa : sable, Ar : argile, Gr : graviers, Bo : boue, Ro : Rochers, MAB : mélange argile-boue, MSG : mélange sable-gravier, BmFR : Bois morts-feuillages-racines, Fcn : fermeture de la canopée, PA : plantes aquatique.

### 3.2.1.1.3. Variation spatiale métaux lourds et cyanure total

La teneur moyenne en mercure est de 0,00263 mg/Kg. La teneur la plus élevée (0,00575 mg/Kg) a été obtenue dans la zone minière et la plus faible (0,000793 mg/Kg) en amont (**Tableau XIII**). Concernant l’arsenic, la teneur moyenne est de 11,84 mg/Kg. La teneur de 30,9 mg/Kg obtenue dans la zone minière est la plus élevée et celle de 1,42 mg/kg obtenue en amont est la plus faible (**Tableau XIII**).

Les dosages du cyanure ont révélé que les eaux de la zone d'étude en contiennent à des taux inférieurs à 0,001 mg/L (**Tableau XIII**).

**Tableau XIII** : Teneurs en métaux lourds (mercure et arsenic) et du cyanure total mesurées dans les zones étudiées du fleuve Cavally.

Station de mesure	Mercure (mg/Kg)	Arsenic (mg/Kg)	Cyanure total (mg/L)
Amont	$0,793 \cdot 10^{-3}$	1,42	< 0,001
Zone minière	$5,75 \cdot 10^{-3}$	30,9	< 0,001
Aval	$1,37 \cdot 10^{-3}$	3,22	< 0,001

#### 3.2.1.1.4. Variation spatiale des sels nutritifs

La valeur moyenne de nitrate de l'ensemble des zones du fleuve Cavally visités est de 1,12 mg/L. La plus forte valeur a été mesurée en amont (1,35 mg/L) et la plus faible valeur (0,98 mg/L) a été mesurée dans la zone minière (**Tableau XIV**).

La valeur moyenne de l'orthophosphate de l'ensemble des zones du fleuve Cavally visités est de 0,10 mg/L. Le taux d'orthophosphate le plus élevé a été mesurée dans la zone minière et en aval (0,11 mg/L chacune). La plus faible valeur de l'orthophosphate (0,08 mg/l) a été mesurée en amont.

**Tableau XIV** : Concentration en sels nutritifs mesurées dans les zones du Cavally étudiées d'avril 2015 à Mai 2017.

Station de mesure	Nitrates (mg/L)	Ortophosphates (mg/L)
Amont	1,35	0,08
Zone minière	0,98	0,11
Aval	1,04	0,11

#### 3.2.1.1.5. Variation saisonnière des paramètres physico-chimiques

- Zone amont

Les valeurs moyennes de la conductivité ( $49,82 \pm 5,45 \mu\text{S/cm}$ ), de la température ( $25,71 \pm 0,15$  °C) et du taux de solides dissous ( $21,8 \pm 0,83 \text{ mg/L}$ ) mesurés pendant la saison sèche sont les plus élevées (**Tableau XV**). Ces paramètres ont varié significativement d'une saison à une autre dans cette zone, test- t ( $p < 0,001$ ).

Le taux d'oxygène dissous, la transparence et le potentiel d'hydrogène se sont révélés élevés en saison des pluies avec des valeurs moyennes respectives de  $(8,61 \pm 0,25 \text{ mg/L})$ ,  $(85,71 \pm 9,1 \text{ cm})$  et de  $(8,64 \pm 0,29)$  (**Tableau XV**). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre les saisons pour la transparence du cours d'eau. Cependant, l'oxygène dissous et le pH ont variés significativement entre les saisons dans cette zone (test- t,  $p < 0,001$ ).

- Zone minière

Des valeurs très faible du taux d'oxygène dissous  $(7,02 \pm 0,06 \text{ mg/L})$ , de la transparence  $(30,17 \pm 8,4 \text{ cm})$ , et un pH légèrement acide  $(6,9 \pm 0,3)$  ont été mesurés pendant la saison sèche (**Tableau XV**). Ces paramètres précités ont variés significativement d'une saison à une autre, test- t ( $p < 0,05$ ).

La conductivité, le taux de solides dissous et la température ont enregistré les valeurs moyennes les plus élevées en saison sèches avec respectivement  $(52,7 \pm 0,62 \text{ } \mu\text{S/cm})$ ,  $(25 \pm 1,4 \text{ mg/L})$  et  $(27,24 \pm 0,7^\circ\text{C})$  (**Tableau XV**). Le test- t réalisé montre une variation significative de ces paramètres entre les saisons ( $p < 0,001$ ).

- Zone aval

Dans cette zone d'échantillonnage, les résultats obtenus révèlent que la conductivité et le taux de solides dissous mesurés sont élevés en saison sèche avec des valeurs moyennes respectives de  $51,38 \pm 2,37 \text{ } \mu\text{S/cm}$  et  $24,75 \pm 1,5 \text{ mg/L}$  (**Tableau XV**). En saison des pluies, de faibles valeurs ont été enregistrées  $(41,58 \pm 4,58 \text{ } \mu\text{S/cm}$  et  $18,16 \pm 3,4 \text{ mg/L})$ . Le test- t réalisé montre une différence significative de ces paramètres entre les deux saisons (test-t,  $p < 0,05$ ).

Inversement, de faibles valeurs moyennes de température  $(25,41 \pm 2,34 \text{ } ^\circ\text{C})$  et de pH  $(6,85 \pm 0,23$  : caractérisant une légère acidité du milieu) sont observées en saison sèche (**Tableau XV**). Ces valeurs obtenues sont statiquement égales (test- t ;  $p > 0,05$ ) aux valeurs légèrement élevés en saison des pluies  $(25,92 \pm 1,21 \text{ } ^\circ\text{C}$  ; pH = 7,12).

Quant aux taux d'oxygène dissous et à la transparence du milieu, les valeurs moyennes obtenues en saison sèches  $(7,15 \pm 0,08 \text{ mg/L}$  et  $42,87 \pm 4,7 \text{ cm})$  sont inférieures à celles obtenues en saison des pluies  $(8,16 \pm 0,70 \text{ mg/L}$  et  $95,5 \pm 3,8 \text{ cm})$  (**Tableau XV**). Ces valeurs observées sont significativement différentes entre les deux saisons (test- t ;  $p < 0,05$ ).

**Tableau XV :** Variation saisonnière des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques mesurés dans les zones du Cavally étudiées d'avril 2015 à mai 2017

	Zone amont			Zone minière			Zone aval		
	SP	SS	p	SP	SS	p	SP	SS	p
<b>Prfdr</b>	5,72 ± 0,53	1,94±0,73	< 0,001*	5,59 ± 1,30	1,97±0,4	< 0,001*	5,50±1,24	1,89 ± 0,65	< 0,001*
<b>Larg</b>	94,86± 9,5	49,82±13,64	0,103 <sup>ns</sup>	87,57 ± 5,02	47,55±5,1	< 0,001*	89,35±8,24	45,83 ± 6,98	< 0,001*
<b>Cond</b>	33,11±1,49	49,82±5,45	0,0018*	40,88 ± 3,60	52,7±0,62	< 0,001*	41,58±4,58	51,38 ± 2,37	0,004*
<b>T<sub>xO2</sub></b>	8,61±0,25	7,37±0,24	0,003*	7,74 ± 0,30	7,02±0,06	< 0,001*	8,16±0,70	7,15 ± 0,08	0,0163*
<b>pH</b>	8,64±0,29	7,75±0,15	< 0,001*	7,3 ± 0,30	6,9±0,3	0,011*	7,12± 0,15	6,85 ± 0,23	0,059 <sup>ns</sup>
<b>Temp</b>	24,95±0,29	25,71±0,15	< 0,001*	24,66 ± 0,78	27,24±0,7	< 0,001*	25,92±1,21	25,41 ± 2,34	0,65 <sup>ns</sup>
<b>TDS</b>	16,42±0,97	21,8±0,83	< 0,001*	20,64 ±1,90	25±1,4	< 0,001*	18,16±3,4	24,75 ± 1,5	0,007*
<b>Trsp</b>	85,71±9,1	81±7,31	0,36 <sup>ns</sup>	94,10 ±7,67	30,17±8,4	< 0,001*	95,5±3,8	42,87 ± 4,7	< 0,001*
<b>Vit</b>	0,86±0,07	0,63±0,03	0,001*	0,55 ± 0,09	0,17±0,03	< 0,001*	0,67±0,08	0,26 ± 0,031	< 0,001*

\* : test- t significatif ; ns : test- t non significatif ; Prfdr : profondeur ; Larg : Largeur ; Cond : conductivité ; TxO2 : taux d'oxygène dissous pH : potentiel d'hydrogène ; Temp : Température, TDS : taux de solides dissous ; Trsp : transparence ; Vit : vitesse

#### **3.2.1.1.6. Variation saisonnière des paramètres hydromorphologiques**

Les caractéristiques hydromorphologiques suivies présentent toutes des variations saisonnières dans les différentes zones d'échantillonnages (**Tableau XV**).

Les valeurs de la profondeur, de la largeur et de la vitesse du courant des différentes zones sont plus élevées en saison des pluies qu'en saison sèche. Les différences observées sont statistiquement significatives pour la vitesse et la profondeur en amont, dans la zone minière et l'aval (test-t,  $p < 0,001$ ). Les variations observées pour la largeur présentent des différences significatives dans la zone minière et l'aval (test-t,  $p < 0,001$ ) mais pas de différence significative en amont (test-t,  $p > 0,05$ ).

#### **3.2.1.1.7. Perturbation des caractéristiques environnementales du fleuve**

##### **Cavally par l'activité d'orpaillage clandestin**

On observe la perturbation du lit du cours d'eau par l'orpaillage clandestin (**Figure 27**). En effet, le dragage intensif et incontrôlé dans le lit du cours d'eau entraîne :

- l'obstruction du cours d'eau par les arbres déracinés sur les rives (**Figure 27A**);
- l'augmentation des matières en suspension (l'eau devient très turbide en aval des sites d'orpaillage) (**Figure 27B et Figure 27E**).
- la modification de la morphologie du fond du cours d'eau par l'établissement des hauts fonds et des zones dépressions (**Figure 27C**);
- l'élargissement du lit du cours d'eau par endroits (**Figure 27C et Figure 27D**);
- la réduction du tirant d'eau par endroits (**Figure 27C et Figure 27D**);
- la destruction de la végétation sur les rives (**Figure 27D**);



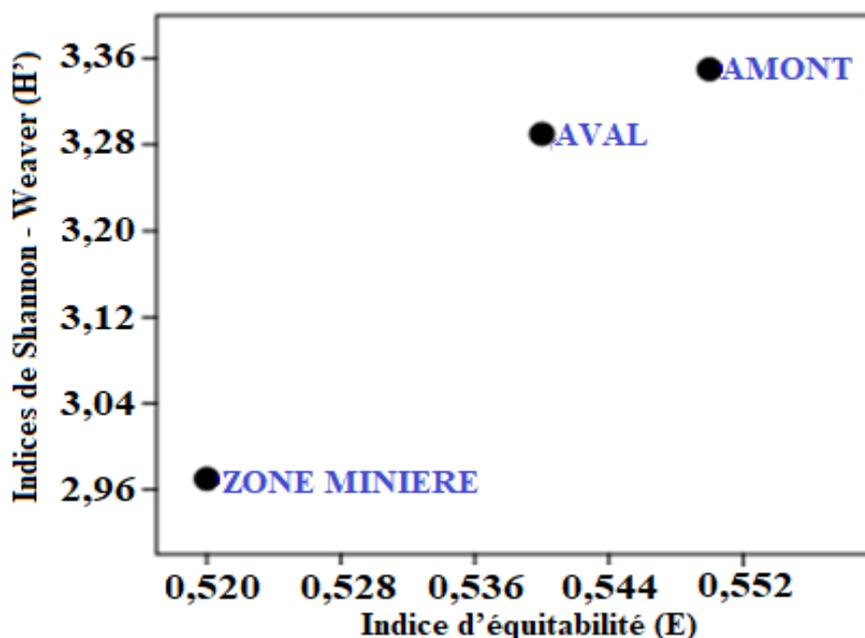
**Figure 27** : Photos illustrant la modification des caractéristiques environnementale du fleuve Cavally par l'ampleur de l'activité d'orpaillage clandestin

**A** : Obstruction du cours d'eau par les arbres déracinés sur les rives, **B & E** : Augmentation des matières en suspension (l'eau devient très turbide), **C** : Modification de la morphologie du fond du cours, **C & D** : Réduction du tirant d'eau par endroits et élargissement du lit du cours d'eau par endroits, **F** : drague en navigation sur le fleuve Cavally.

### 3.2.1.2. Degré d'organisation du peuplement ichthyologique

#### 3.2.1.2.1. Variation spatiale de l'indice de diversité et de l'équitabilité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité calculé sur la base des abondances numériques des espèces de poissons capturées dans la zone d'étude sont respectivement de 3,31 et 0,36. La **figure 28** présente la variation spatiale de l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité. Les plus faibles valeurs de ces indices ont été observées dans la zone minière ( $H = 2,97$  ;  $E = 0,52$ ) et en aval ( $H = 3,29$  ;  $E = 0,54$ ). Les valeurs les plus élevées ont été observées en amont avec ( $H = 3,35$  ;  $E = 0,55$ ). Le test de kruskal-Wallis a montré une différence significative de l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) entre les zones ( $p < 0.005$ ). Les comparaisons deux à deux ont fait ressortir que la zone minière s'est démarqué des deux autres zones (test de Mann-Whitney ;  $p < 0,05$ ). Cependant, aucune différence significative n'est notée entre les valeurs de cet indice de la zone amont et aval (test de Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ )



**Figure 28** : Variation spatiale l'indice de Shannon et de l'équitabilité déterminés dans les zones du Cavally étudiées d'avril 2015 à mai 2017

#### 3.2.1.2.2. Variation saisonnière de l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité

Les indices de diversité de l'ichtyofaune des différentes zones obtenues au cours des deux saisons sont consignés dans le **tableau XVI**. Ces indices calculés indiquent une variation saisonnière marquée par les valeurs en saison sèche supérieures à celles obtenues en saison

pluvieuse en amont et en aval. Par contre, dans la zone minière les valeurs obtenues en saison pluvieuse sont supérieures à celles obtenues en saison sèche. Toutefois les valeurs de l'indice de Shannon n'ont pas varié significativement d'une saison à une autre dans les trois zones (test de Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ).

Les variations saisonnières des valeurs de l'équitabilité sont consignées dans le **tableau XVI**. Elles montrent que les valeurs obtenues sont toutes plus élevées en saison sèche qu'en saison de pluies.

**Tableau XVI** : Variation saisonnière de l'indice de diversité de Shannon (H'), d'équitabilité (E) des peuplements ichtyologiques du fleuve Cavally et de la richesse spécifique (N) des secteurs d'échantillonnage d'avril 2015 à mai 2017.

Zone d'étude	Saison	N	H'	E	P-value
Toutes zones d'études confondues	SP	75	3,30	0,36	>0,05 <sup>ns</sup>
	SS	61	3,24	0,41	
Amont	SP	68	3,14	0,33	> 0,05 <sup>ns</sup>
	SS	55	3,22	0,45	
Zone minière	SP	47	3,12	0,48	>0,05 <sup>ns</sup>
	SS	36	2,99	0,52	
Aval	SP	65	3,26	0,4	>0,05 <sup>ns</sup>
	SS	50	3,32	0,55	

\* : test significatif ; ns : test non significatif ; SP : Saison des pluies ; SS : Saison sèche

### 3.2.1.3. Espèces caractéristiques des zones d'études par la Méthode IndVal

Les valeurs indicatrices des espèces sont déterminées sur la base du gradient amont-aval, illustrée sur la **figure 29**. Cette typologie est obtenue en se référant à la zone minière.

Au premier niveau d'hierarchisation, 37 taxons, soit 49,33 % de la richesse spécifique totale du fleuve Cavally, ont été identifiées comme espèces indicatrices.

L'organisation du deuxième niveau d'hierarchisation est présentée comme suite :

- En Amont, 3 espèces indicatrices identifiées pour cette zone du fleuve Cavally : *Brienomyrus brachyistus* (56,2%) \*\*, *Chrysichthys auratus* (44,7%) \*, *Thysochromis ansorgii* (44,7%)\*.
- Dans la zone minière, aucune espèce ne s'est révélée indicatrice de cette zone du fleuve.
- En aval, les 14 taxons qui ont été identifiés comme caractérisant cette zone d'étude sont : *Chrysichthys nigrodigitatus* (80,5%)\*\*\*, *Polypterus palmas* (76,3%)\*\*\*, *Clarias*

*salae* (74,8)\*\*\*, *Sarotherodon melanotheron* (70,7%)\*\*\*, *Labeo coubie* (67,8%)\*\*, *Chrysichthys maurus* (63,2%)\*\*\*, *Sarotherodon tournieri* (62,8%)\*\*, *Sarotherodon caudomarginatus* (62,8%)\*\*, *Tilapia mariae* (62,1%)\*\*, *Enteromius bigornei* (61%)\*\*, *Epiplatys olbrechtsi* (58,6%)\*\*, *Aplocheilichthys spilauchen* (58,6%)\*\*, *Hepsetus occidentalis* (54,8%)\*\*, *Mormyrus rume* (53,8%)\*.

#### 3.2.1.4. Influence des paramètres de l'environnement sur l'organisation du peuplement ichthyologique

Les résultats de l'Analyse Canonique de Correspondance (ACC) (**Figure 30**) ont montré que la corrélation entre les facteurs environnementaux et les espèces de poissons est principalement expliquée par les deux premiers axes (100 % de la variance cumulée pour les données relatives aux espèces). La fermeture de la canopée, les bois morts-feuillages-racines, la profondeur du cours d'eau, la largeur du cours d'eau, la transparence, la température et la conductivité de l'eau expliquent mieux la distribution de l'ichtyofaune dans le cours supérieur et moyen du fleuve Cavally.

L'axe factoriel 1 sépare nettement la zone minière de la zone en aval. La zone minière ne serait corréllée positivement à aucune espèce, elle est par contre corréllée négativement aux espèces telles que *Brycinus nurse*, *Brycinus imberi*, *Pellonula leonensis*, *Marcusenius senegalensis* et *Schilbe mandibularis*. Cette zone, localisée dans la partie négative de l'axe 1, est caractérisée par des valeurs élevées de la température et de la profondeur du cours d'eau. La zone en aval est quant à elle marquée par des valeurs élevées de la conductivité et de la canopée. Cette zone est corréllée positivement aux espèces telles que *Hepsetus odoe*, *Petrocephalus pellegrini* et *Heterobranchus longifilis*.

L'ordination en ACC suivant l'axe factoriel 2 sépare nettement les zones impactées par l'orpaillage (zones minière et en aval) de celle non impactée par cette activité (zone en amont). La zone en amont située dans la partie positive de cet axe est caractérisée par des valeurs élevées de la largeur, de la transparence et une importante quantité de bois morts- feuillages-racines dans le lit du cours d'eau. Il a été observé un plus un grand nombre d'espèces à abondance élevées telles que *Micralestes eburneensis*, *Brycinus macrolepidotus*, *Coptodon walteri*, *Pollimyrus isidori* et *Marcusenius ussheri*.

**ENSEMBLE DES ZONES DE PECHE DU FLEUVE CAVALLY**

*Brycinus longipinnis* 0,001 \*\*\*  
*Coptodon walteri* 0,001 \*\*\*  
*Hepsetus odoe* 0,001 \*\*\*  
*Heterobranchus isopterus* 0,001 \*\*\*  
*Brycinus macrolepidotus* 0,001 \*\*\*  
*Brycinus nurse* 0,001 \*\*\*  
*Pellonula leonensis* 0,001 \*\*\*  
*Coptodon zillii* 0,001 \*\*\*  
*Petrocephalus pellegrini* 0,001 \*\*\*  
*Marcusenius senegalensis* 0,001 \*\*\*  
*Oréochromis niloticus* 0,001 \*\*\*  
*Enteromius ablakes* 0,001 \*\*\*  
*Hemichromis fasciatus* 0,001 \*\*\*  
*Marcusenius ussheri* 0,001 \*\*\*  
*Brycinus derhami* 0,001 \*\*\*  
*Pellonula vorax* 0,002 \*\*  
*Labeobarbus parawaldroni* 0,001 \*\*\*  
*Chromidotilapia guntheri* 0,001 \*\*\*

*Micralestes occidentalis* 0,003 \*\*  
*Clarias anguillaris* 0,001 \*\*\*  
*Chrysichthys teugelsi* 0,002 \*\*  
*Chrysichthys sp.* 0,006 \*\*  
*Papyrochranus afer* 0,026 \*  
*Enteromius trispilos* 0,041 \*  
*Raiamas nigriensis* 0,014 \*  
*Parachanna obscura* 0,112  
*Nannocharax fasciatus* 0,011 \*  
*Enteromius chlorotaenia* 0,008 \*\*  
*Raiamas senegalensis* 0,067  
*Clarias ebriensis* 0,067  
*Marcusenius furcoidens* 0,284  
*Ctenopoma kingsleyae* 0,089  
*Hippopotamyrus pictus* 0,224  
*Enteromius macrops* 0,192  
*Malapterurus punctatus* 0,609  
*Parailia pellucida* 0,164  
*Enteromius inaequalis* 0,335

**AMONT**

*Brienomyrus brachyistius* 0,008 \*\*  
*Clarias laeviceps* 0,051  
*Chrysichthys auratus* 0,030 \*  
*Thysochromis ansorgii* 0,025 \*  
*Mormyrops anguilloides* 0,300  
*Mormyrus tapirus* 0,111 .  
*Labeo parvus* 0,107  
*Epiplatys hildegarde* 0,468  
*Tilapia brevipennis* 0,468

**ZONE MINIERE**

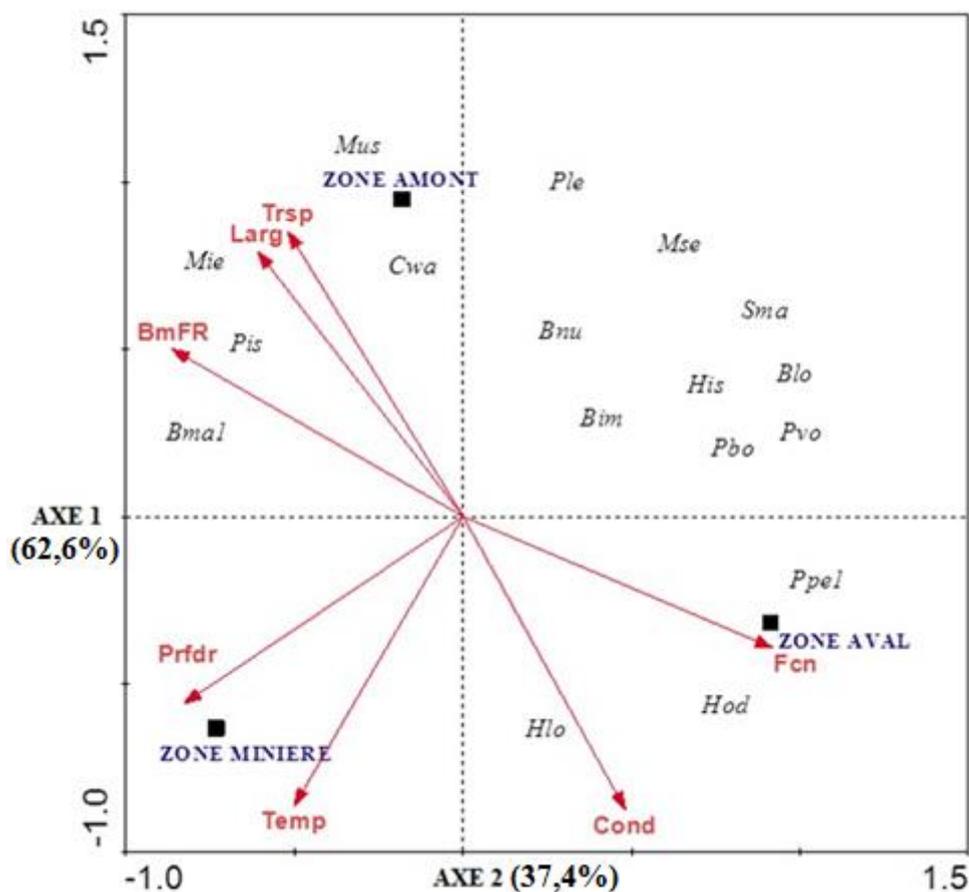
*Enteromius leonnensis* 0,431

**AVAL**

*Chrysichthys nigrodigitatus* 0,001 \*\*\*  
*Polypterus palmas* \*\*\*  
*Clarias salae* 0,001 \*\*\*  
*Sarotherodon melanotheron* 0,001 \*\*\*  
*Labeo coubie* 0,002 \*\*  
*Chrysichthys maurus* 0,001 \*\*\*  
*Sarotherodon tournieri* 0,002 \*\*  
*Sarotherodon caudomarginatus* 0,002 \*\*  
*Pelmatolapia mariae* 0,003 \*\*  
*Enteromius bigornei* 0,003 \*\*  
*Epiplatys olbrechtsi* 0,004 \*\*  
*Aplocheilichthys spilauchen* 0,004 \*\*  
*Hepsetus occidentalis* 0,004 \*\*  
*Mormyrus rume* 0,033 \*  
*Heterotis niloticus* 0,039 \*  
*Hemichromis bimaculatus* 0,135  
*Chromidotilapia cavalliensis* 0,084  
*Mastacembelus nigromarginatus* 0,077  
*Labeobarbus wurtzi* 0,212  
*Scriptaphyosemion schmitti* 0,183

**Figure 29** : Listes des espèces indicatrices dans le fleuve Cavally.

(\*)Le degré de significativité du p-value du test t-Student au seuil de 0,05.



**Figure 30** : Analyse canonique de correspondance (ACC) appliquée aux paramètres physicochimiques et aux espèces de poissons capturés dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

BmFR : Bois morts-feuillages-racines, Fcn : fermeture de la canopée, Larg : Largeur du cours d'eau, Trsp : Transparence du cours d'eau, Prfdr : Profondeur du cours d'eau, Temp : Température du cours d'eau, Cond : Conductivité du cours d'eau.

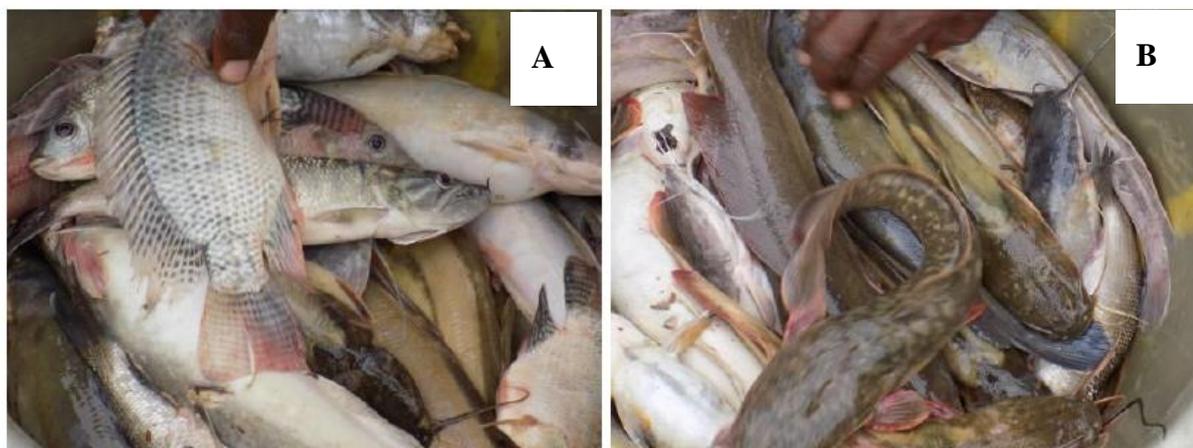
### 3.2.1.5. Contamination de la chair des poissons par les métaux lourds

La **figure 31** montre les échantillons composites de poissons qui ont été soumis au dosage de métaux lourds contenus dans leurs chairs.

La teneur en mercure dans la chair des poissons pêchés dans les eaux du fleuve Cavally oscille entre 0,00647 mg/Kg et 0,00021 mg/Kg.

La concentration en arsenic dans la chair des poissons pêchés aux environs de la zone minière est de 0,0096 mg/Kg et celle des poissons pêchés en amont est 0,0001 mg/Kg (**Tableau XVII**).

La concentration en mercure et en arsenic dans la chair des poissons sont plus élevées dans la zone minière et en aval.



**Figure 31** : Echantillon composite de poissons pêchés dans les eaux du fleuve Cavally aux stations d'échantillonnage Walter (ZM1) et Floleu-Soklaleu (ZM4) pour le besoin des analyses en métaux lourds. **A**: Walter **B**: Floleu-Soklaleu

**Tableau XVII** : Teneur en métaux lourds dans la chair de poissons pêchés dans le fleuve Cavally d'avril 2015 à mai 2017.

Zones de mesure	Mercure (mg/Kg)	Arsenic (mg/Kg)
Amont	$0,021 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$
Zone minière	$6,47 \cdot 10^{-3}$	$96 \cdot 10^{-3}$
Aval	$0,65 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

### 3.2.2. Discussion

Les valeurs moyennes de la température des zones prospectées sur le fleuve Cavally varient de  $24,91 \pm 1,50$  °C à  $26,13 \pm 0,94$  °C avec une valeur moyenne de  $25,58 \pm 0,86$  °C. Les faibles valeurs de températures observées pourraient s'expliquer par l'intensité des précipitations et la durée de la saison des pluies (8 mois / 12 mois) dans cette région de la Côte d'Ivoire. Cette variation de la température est relativement faible, comparée à celles obtenues sur d'autres bassins de la Côte d'Ivoire, tels que les rivières Boubo, Gô, Niouniourou (N'zi, 2007), les fleuves Comoé (Yao, 2006) et Bandama (Aboua, 2012). Les valeurs enregistrées par ces différents auteurs varient de 23,1 à 31°C dans les rivières (Boubo, Gô et Niouniourou), de 20,6 à 32,65 °C dans la Comoé et de 21,3 à 32,5 °C dans le Bandama. Ces résultats confirment l'assertion de Lemoalle (2006) selon laquelle, en Afrique intertropicale, les températures

moyennes des eaux sont élevées et le plus souvent supérieures à 20°C. Par ailleurs, la valeur moyenne enregistrée  $25,58 \pm 0,86$  °C est comparable à celles enregistrées dans le parc national de Taï, précisément dans les rivières Hana (24,15 °C) et Meno (24,89 °C) (Kamelan, 2014). Les valeurs de température sont également similaires à celles enregistrées dans le Sud de la Côte d'Ivoire, notamment dans les rivières côtières Bodoua (26,06 °C), Boulo 1 (26,32 °C), Boulo 2 (26,10 °C) et Ehania (26,59 °C) (Djirieoulou, 2017), Soumié, Eholié et Noé (25,5°C) (Edia, 2008 ; Konan, 2008), dans l'Agnébi (26,27 °C) et la Bia (26,10 °C) (Gooré Bi, 1998 ; Da Costa, 2003). Cependant, une élévation de la température est observée dans la zone minière. Cette élévation de la température moyenne dans la zone minière pourrait s'expliquer par l'activité d'orpaillage qui détruit les berges du fleuve Cavally et modifie considérablement la canopée, ainsi que l'hydromorphologie du cours d'eau. En effet, selon Lery (2009), les facteurs qui influencent la température des eaux des écosystèmes aquatiques sont la latitude, le degré d'insolation, la composition du substrat, les précipitations, le vent et le couvert végétal.

Dans l'ensemble, les eaux sont plus chaudes en saison sèche qu'en saison des pluies. D'une façon générale, la température des eaux de surface est influencée directement par les conditions climatiques. Selon Nicolau (2005), la baisse de la température en saison des pluies serait imputable à la faible température des eaux de pluies et au rafraîchissement global du climat. En outre, le faible degré d'insolation et de l'intensité des précipitations contribuent à la baisse de la température pendant la saison pluvieuse.

Les valeurs moyennes de taux d'oxygène dissous obtenus dans la présente étude oscillent entre  $7,31 \pm 0,63$  mg/L et  $8,59 \pm 0,69$  mg/L. Ces valeurs sont plus faibles que celles obtenues (9,8 mg/L) dans les rivières côtières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Edia, 2008 ; Konan, 2008) et la rivière Boubô (N'Zi, 2007). La présente étude a également noté des teneurs en oxygène dissous plus élevées durant la saison des pluies qu'en saison sèche. Le courant entraîne un brassage des masses d'eau et de ce fait, favorise la dissolution des gaz de l'air (dont l'oxygène) dans l'eau. A cet effet, Barendregt & Bio (2003) précisent que les forts courants favorisent l'oxygénation des cours d'eau, ce qui pourrait justifier en partie la teneur en oxygène relativement élevée en période de pluie. En plus de l'atmosphère, l'oxygène dissous dans l'eau provient dans une large mesure de la photosynthèse des végétaux aquatiques (CRE, 2009 a). L'oxygène dissous représente un paramètre très important de la qualité des eaux pour la vie aquatique (IBGE, 2005 ; Aït Boughrou, 2007 ; CRE, 2009 a). Selon De Villers *et al.* (2005), les différentes teneurs en oxygène dissous dépendent de divers facteurs tels que la température de l'eau, la

salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Les faibles teneurs en oxygène dissous dans la zone minière seraient dues à l'abondance de matière en suspension, la température élevée et la faible vitesse du courant d'eau, limitant la pénétration de la lumière et l'activité photosynthétique, suite à la remise en suspension des sédiments par l'activité d'orpaillage artisanale intense dans le lit du Cavally. Selon N'da (2015), plus la température est élevée plus la solubilité de l'oxygène est réduite. La combinaison de ces facteurs, à savoir la température et l'agitation de l'eau, expliquerait les teneurs relativement fortes en oxygène dissous en saison des pluies (température faible et vitesse élevée) par rapport à la saison sèche (température élevée et vitesse faible). Les variations non significatives de ce paramètre entre la zone minière et l'aval pourraient indiquer que le cours d'eau en aval est influencé par les activités anthropiques pratiquées dans la zone minière.

Le pH qui est une mesure de l'activité de l'ion hydrogène d'un système, détermine sa basicité ou son acidité (De Villers *et al.*, 2005). Le pH moyen est de  $7,79 \pm 0,83$ . Cette valeur témoigne d'une faible alcalinité des eaux du Cavally dans la zone d'étude. La forte valeur de pH ( $8,82 \pm 1,5$ ) des eaux en zone amont s'expliquerait par une faible minéralisation dans cette zone. Le pH proche de la neutralité observé ( $6,9 \pm 0,3$ ) en saison sèches dans la zone minière et en aval ( $6,85 \pm 0,23$ ) pourrait s'expliquer par la forte minéralisation des eaux du Cavally et le drainage acide suite à l'intensité de l'orpaillage. Plusieurs processus sont susceptibles de faire varier le pH de l'eau. Ce sont entre autres les réactions photosynthétiques, la respiration, la présence dans l'eau d'acides organiques et les eaux en provenance du bassin versant (Groleau *et al.*, 2008 ; Bertrin *et al.*, 2009 ; CRE, 2009a). Selon Earthworks (2018), les métaux comme l'or, le cuivre, l'argent et molybdène se trouvent souvent dans des roches contenant des minéraux sulfurés. Lorsque les sulfures contenus dans la roche sont extraits et exposés à l'eau et à l'air pendant l'exploitation minière, ils forment l'acide sulfurique. S'il n'est pas contrôlé, ces eaux acidifiées peuvent se déverser dans les ruisseaux ou les rivières ou encore dans les eaux souterraines.

Watson (1974), Huang & Wosniak (1981) et CRE (2009b) ont montré que les conditions optimales de pH sont obtenues pour des valeurs proches de la neutralité et légèrement alcalin. En dehors de cet intervalle, les organismes pourraient subir un stress qui compromettrait certaines de leurs fonctions vitales (Konan, 2014).

La conductivité de l'eau est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique (De Villers *et al.*, 2005 ; Liechti, 2010). Selon Welcomme (1985), la conductivité permet une meilleure appréciation de la richesse chimique du milieu. La conductivité moyenne du fleuve

Cavally est de  $43,05 \pm 7,07 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Les valeurs obtenues traduisent la faible minéralisation des eaux du Cavally dans la partie étudiée. Cette valeur est largement inférieure à celles observées par Kouamé (2010) et Gbalo (2019) dans le Sassandra (respectivement de 107,05 et 112,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et Aboua (2012) dans le Bandama (105,14  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Les mesures de conductivité sont plus élevées pendant la saison sèche et plus faibles pendant la période de pluies. Cette variabilité saisonnière a été notée par Iltis & Lévêque (1982) pour les cours d'eau à régime tropical de transition. L'augmentation de la conductivité en saison sèche pourrait se justifier par l'effet de concentration dû à la forte évaporation des eaux (Ouéda, 2009). Par contre, en période de pluies, la baisse de ce paramètre serait attribuable au phénomène de dilution (Bengen *et al.*, 1992). Les taux de solides dissous évoluent proportionnellement à la conductivité.

La transparence qui se définit comme la propriété d'une substance à laisser passer la lumière (De Villers *et al.*, 2005), intervient dans le processus de la production primaire et permet d'apprécier l'importance des matières en suspension dans le milieu (N'douba, 2000). En d'autres termes, la transparence varie en fonction de l'abondance des particules en suspension (argile, limon, etc.) et du phytoplancton dans un plan d'eau (Balvay, 1985). Les données relatives à la transparence oscillent entre 47,47 cm et 91,76 cm dans les zones prospectées du Cavally. Les données de la transparence sont plus élevées en saison des pluies qu'en saison sèche. Les faibles transparences notées pendant la saison sèche surtout marqué dans la zone minière s'expliqueraient par le dragage du lit du Cavally et lavage du minerai par l'extraction artisanale de l'or. Cette activité engendre une forte concentration de solides et de matières en suspension donnant des eaux plus troubles, d'où les faibles transparences. En outre, l'augmentation de la transparence en saison des pluies serait également due au phénomène de dilution et le courant qui défavorise la mise en suspension de particules (Bengen *et al.*, 1992). Les valeurs maximales de la largeur et de la profondeur ainsi que la vitesse sont dues à la saison des pluies entraînant des crues du fleuve. Edia (2008) et Konan (2008) ont fait les mêmes observations sur des rivières côtières du sud-est de la Côte d'Ivoire. À la faveur des pluies, la quantité d'eau augmente entraînant ainsi l'inondation des berges et l'augmentation des largeurs et profondeurs des plans d'eau dans les différentes zones. Au contraire, en périodes sèches, en plus de l'absence des pluies, le long et fort ensoleillement entraîne une forte évaporation qui contribue à la baisse du niveau de l'eau (N'da, 2015). En effet, selon Ouéda (2009), la profondeur est liée à la pluviométrie. Le niveau des eaux s'élève en période de pluies (Adja *et al.*, 2009 a et b), ce qui augmente la vitesse du courant. Le dragage intensif et incontrôlé dans

le lit du cours d'eau entraîne l'établissement des hauts fonds et des zones de dépressions qui modifie la profondeur et l'hydraulicité. La réduction du tirant d'eau par endroits provoque la réduction des zones de frayères. La destruction de la végétation sur les rives modifie la canopée. L'obstruction du cours d'eau par les arbres déracinés sur les rives modifie le courant. L'activité d'orpaillage clandestins augmente les matières en suspension, l'eau devient turbide et impropre à la consommation dans la zone minière et en aval.

Concernant les sels nutritifs, les valeurs de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) (1,12 mg/L) et d'orthophosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (0,10 mg/l) enregistrées au cours de ce travail sont faibles. Toutes les teneurs obtenues sont inférieures aux normes (nitrates < 50 mg/L ; orthophosphate < 5 mg/L) (OMS, 2008). Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l (N'Diaye *et al.*, 2013). Par ailleurs, Rodier *et al.* (1996) indiquent que des teneurs de phosphates supérieures à 0,5 mg/l doivent constituer un indice de pollution. Les résultats de la présente étude sont nettement inférieurs aux valeurs seuils définies par ces auteurs. En amont et en aval les concentrations en sels nutritifs sont plus importantes que dans la zone minière. Ceci pourrait se justifier par le lessivage des fertilisants utilisés dans les plantations à proximités du fleuve vers le cours d'eau dans le secteur amont et aval. Dans la zone minière toutes les plantations ont été cédées à la Société des Mines d'Ity car se situant dans leur périmètre d'exploitation et donc inexploité par la population ce qui pourrait justifier le faible taux de sels nutritifs dans ce secteur d'échantillonnage.

Dans les sédiments du fleuve Cavally, les teneurs en mercure obtenues sont comprises entre 0,000793 mg/Kg et 0,00575 mg/Kg). En amont, les valeurs sont inférieures à la valeur guide de l'OMS des eaux de surface pendant que dans la zone minière, les valeurs sont au-dessus de cette valeur guide de l'OMS ( $\text{Hg} < 0,001 \text{ mg/Kg}$ ). En ce qui concerne l'Arsenic, toutes les valeurs obtenues (1,42 mg/Kg et 30,9 mg/Kg) sont largement supérieures à la valeur guide de l'OMS des eaux de surface (< 0,01 mg/Kg). Ces valeurs relativement élevées dans le fleuve Cavally se justifient par le fait que les analyses ont été effectuées sur les sédiments prélevés dans le lit du cours d'eau et non dans la colonne d'eau. En effet, depuis les années 1940 et 1950, il existait d'intenses activités d'orpaillage dans la zone étudiée (Papon, 1973) et depuis l'implantation de l'industrie minière dans la zone dans les années 1990, l'orpaillage clandestin s'est développé avec des méthodes d'exploitation utilisant des produits chimiques (Ettien, 2005). Le problème préoccupant au niveau des métaux lourds serait les risques de bioaccumulation car les organismes ayant concentrés des polluants peuvent entrer à leur tour

dans la chaîne trophique ; si le produit n'est pas éliminé ou dégradé, il va se concentrer à chaque maillon de la chaîne. Ce risque a été prouvé par Thomassin & Touzé (2003) avec l'utilisation du mercure dans l'exploitation artisanale de l'or. Ouédraogo (2010) a révélé la présence de mercure dans les urines des orpailleurs au Burkina Faso. Une forte exposition entraîne des lésions des tissus branchiaux, la mort survient par asphyxie (Roamba, 2014).

Pour les cyanures totaux, les valeurs enregistrées dans les différentes zones échantillonnées dans le Cavally sont apparues inférieures au seuil de détection (limite de détection rapportée est de 0,004 mg/L). Cette valeur est largement inférieure aux normes de l'OMS qui est 0,7 mg/l, valeur au-delà de laquelle le milieu est toxique. Cela traduit que notre zone d'étude n'est pas polluée par cette substance.

L'organisation du peuplement ichthyologique du Cavally dans la zone d'étude a été analysée à travers les indices de Shannon ( $H'$ ) et de l'équitabilité ( $E$ ). Les résultats de la présente étude indiquent que la valeur de l'équitabilité des différentes stations échantillonnées est supérieure à la moyenne (0,5). Ce qui indique une stabilité et une bonne organisation du peuplement du Cavally dans cette zone. En effet, Thienneman (1954) affirme qu'un peuplement équilibré, dans lequel il n'y a pas un taxon qui domine largement en nombre, est plus stable. En outre, Da Fonseca (1968) rapporte qu'un peuplement dont la valeur de l'équitabilité est proche de 1 présente une bonne organisation.

Cependant la zone minière ( $H' = 2,97$  ;  $E = 0,52$ ) serait relativement moins stable par rapport aux secteurs amont et aval. Ce déséquilibre serait dû à des contraintes anthropiques (exploitation minière). En effet, l'intensification de telles activités sur les bassins versants est l'un des facteurs qui favorisent les phénomènes d'érosion et modifient la rugosité et la section des cours d'eau (Laperche *et al.*, 2008 ; Rosier *et al.*, 2010). Parmi les principales causes anthropiques de la modification du fonctionnement des cours d'eau, certains auteurs tels qu'Alexeevsky *et al.* (2013) et Lecce (2013) soulignent le rôle prépondérant des extractions de matériaux. Ces extractions sont aussi à l'origine de la perturbation des habitats et des biocénoses aquatiques entraînant une perte de la biodiversité (Malavoi, 2003). Selon Ouédraogo (2010) l'orpaillage contribue au déboisement, à la déforestation, à la pollution du sol et de l'eau par les huiles usagées des moteurs de broyeurs et motopompes et les produits chimiques entraînant une perte de la biodiversité.

L'ordination en ACC a permis de séparer nettement les zones impactées par l'orpaillage de celle qui n'en est pas. Les zones impactées sont caractérisées par une faible richesse spécifique en aval voire l'absence d'espèces dans la zone minière. Tandis que la zone amont non impactée renferme la quasi-totalité des espèces. Ce fait traduit l'impact négatif de l'orpaillage sur la diversité de l'ichtyofaune.

L'analyse canonique de correspondance (ACC) a indiqué que la distribution des espèces de poissons du Cavally est principalement influencée par la nature du substrat (bois morts, feuillage) ; les paramètres physico-chimiques (température et la conductivité), les paramètres hydromorphologiques (profondeur, transparence, la largeur) et la canopée.

L'analyse de la corrélation entre diversité de l'ichtyofaune et les caractéristiques environnementales a montré que la largeur, transparence, bois morts-feuille-racine sont les paramètres environnementaux qui influencent la diversité et l'abondance des espèces au niveau de la zone en amont. Les bois morts-feuilles-racine par leurs colonisations par les algues et leurs décompositions constituent une source de nourriture pour les poissons qui y vivent. Les bois morts, feuilles et racines influencent les caractéristiques de l'habitat telles que la profondeur, la transparence et la vitesse du courant (Angermeier & Karr, 1983). Elles servent aussi de source de nourriture aux poissons (Lalèyè *et al.*, 2004), leur assurent une protection contre le courant de l'eau et des prédateurs, mais représentent aussi des habitats de reproduction de certaines espèces de poissons (Aboua *et al.*, 2012). Plus le cours d'eau est vaste, moins les poissons sont stressés. En Afrique de l'ouest, Hugueny (1990) a mis en évidence une relation significative entre la taille des rivières et le nombre d'espèces dans le fleuve Niandan (amont du fleuve Niger). Kouamélan *et al.* (2003) ont aussi indiqué l'influence de la largeur sur la distribution des poissons dans la rivière Boubo

Dans la zone minière, les fortes valeurs de la profondeur et de la température influencent la distribution des espèces. Des travaux antérieurs (Angermeier & Karr, 1983 ; Mahon & Portt, 1985) ont révélé que la profondeur joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces qui occupent différents niveaux en fonction de leur taille, de leur mode de nutrition ou de leur déplacement. Aussi, la forte modification de la profondeur du cours d'eau par les dragues des orpailleurs clandestins et la destruction des berges du cours d'eau pourraient justifier l'influence de ces deux paramètres sur la distribution des espèces dans cette zone.

. L'ACC a montré que la canopée et la conductivité influence significativement les espèces *Hepsetus odoe*, *Petrocephalus pellegrini* et *Heterobranchus longifilis* dans le Cavally en aval. L'influence négative de la conductivité serait due à l'exploitation minière de la SMI et de

l'orpaillage clandestin. En effet, Les eaux provenant de l'exploitation minière pendant la pluie et les coulées de boue en saison sèche favoriseraient la variation des paramètres liées à la minéralisation en aval. En aval, le taux de couverture de la canopée est la plus importante 42,5% ce qui pourrait justifier son influence sur la distribution de ces espèces dans cette zone par la création d'un micro habitat favorable au développement des poissons. Ces espèces pourraient aussi avoir une grande tolérance vis-à-vis de la modification des facteurs environnementaux (Yao, 2006).

Aucune espèce significative ne s'est révélée indicatrice de la zone minière. Ceci pourrait s'expliquer par la modification profonde de cette zone d'étude face l'ampleur de l'orpaillage (5 à 10 drague/km).

### 3.3. STATUT DE CONSERVATION, VULNERABILITE ET HABITAT DE LA FAUNE ICHTYOLOGIQUE DU FLEUVE CAVALLY

#### 3.3.1. Résultats

##### 3.3.1.1. Statut de conservation des espèces de poissons

Sur la base de la classification de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), les espèces de poissons échantillonnées dans le fleuve Cavally peuvent être réparties en six (06) groupes. Ces groupes sont les suivants : Données manquantes (DD), Non évalué (NE), Préoccupation mineure (LC), Quasi menacé (NT), En danger (EN) et Vulnérable (VU) (**Figure 32**).

Sur un total de 74 espèces identifiées, 09 (soit 12,16 %) n'ont pas encore été évaluées (NE) et une espèce (soit 1,35%) est classée dans la catégorie de données manquantes (DD). Cinquante-trois (53) espèces sont classées comme espèces de préoccupation mineure. Cette catégorie renferme la majorité des espèces observées dans cette étude, soit 71,62 % de la richesse spécifique.

Les 12 espèces figurant sur la liste rouge de l'UICN et d'intérêt pour la conservation sont :

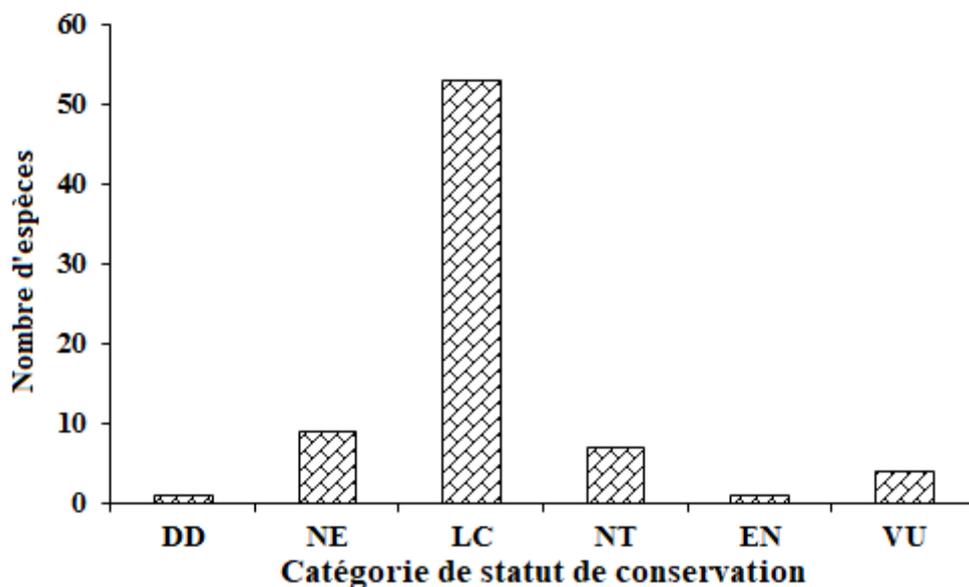
- ✓ 04 espèces (5,40%) dont *Brycinus derhami*, *Epiplatys hildegardae*, *Scriptaphyosemion schmitti* et *Chromidotilapia cavalliensis* sont dans la catégorie dites vulnérables (VU) ;
- ✓ 07 espèces (9,45%) qualifiés de Quasi menacées (NT) : *Marcusenius furcidens*, *Micralestes eburneensis*, *Raiamas nigeriensis*, *Labeobarbus parawaldroni*, *Enteromius bigornei*, *Malapterurus punctatus* et *Coptodon walteri*.
- ✓ 01 espèce à savoir *Chrysichthys teugelsi* est classée dans la catégorie Menacée (En danger).

Les espèces quasi menacées inventoriées sont tous quasiprésents selon le gradient amont - aval du fleuve Cavally échantillonné avec six (06) espèces en amont, cinq (05) espèces dans la zone minière et sept (07) espèces dans la zone aval (**Tableaux XVIII**).

En se référant aux données d'occurrences (**Tableau VII**, **Tableau VIII** et **Tableau IX**) les espèces quasi menacées *Marcusenius furcidens* et *Malapterurus punctatus* ont été observées accidentellement dans les sites étudiés. Cinq (05) espèces quasi menacées ont été rencontrées accidentellement dans la zone minière du côté d'Ity. Il s'agit de *Marcusenius furcidens*, *Raiamas nigeriensis*, *Labeobarbus parawaldroni*, *Enteromius bigornei* et *Malapterurus punctatus*.

En zone amont les espèces *Marcusenius furcidens*, *Malapterurus punctatus* et *Enteromius bigornei* ont été rencontrées accidentellement tandis que *Raiamas nigeriensis* et *Labeobarbus parawaldroni* ont été rencontrées de manière accessoire.

Parmi les espèces vulnérables, 03 à savoir *Epiplatys hildegardae*, *Scriptaphyosemion schmitti* et *Chromidotilapia cavalliensis* ont été observées accidentellement dans tous les sites prospectés. L'espèce *Brycinus derhami* s'est révélée constante en zone amont et aval mais accidentelle dans la zone minière.



**Figure 32 :** Nombre d'espèces de poissons par catégorie de statut de conservation dans l'ensemble de la zone prospectée dans le fleuve Cavally.

DD : Données manquantes ; EN : Menacé ; NE : Non évalué ; LC : Préoccupation mineure ; NT : Quasi menacé ; VU : Vulnérable.

**Tableau XVIII :** Nombre d'espèces de poissons par catégories de statut de conservation et par zone d'échantillonnage dans le fleuve Cavally.

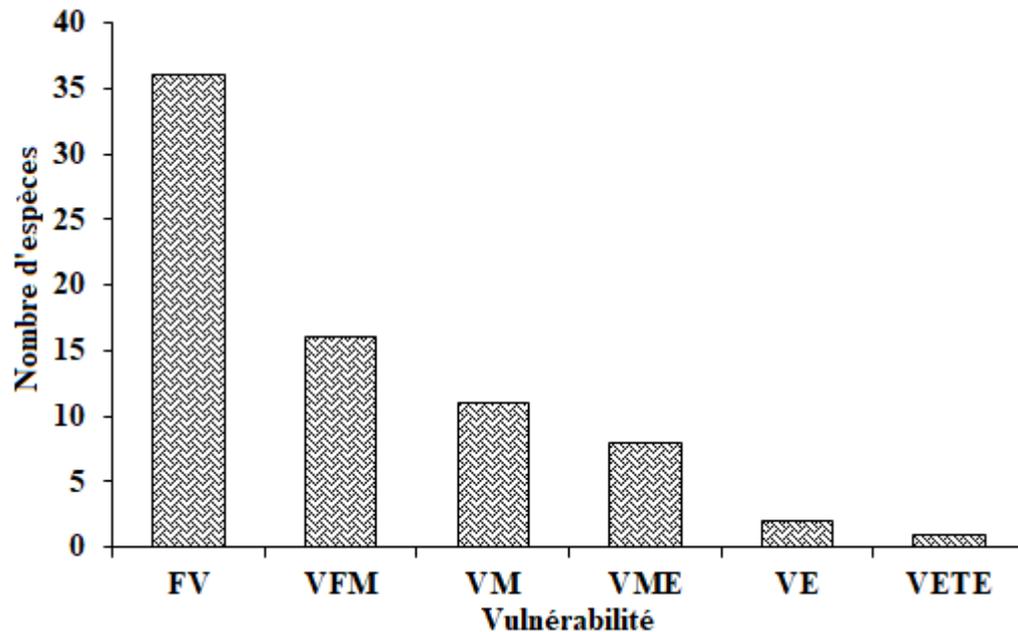
	NE	DD	LC	NT	VU	EN
<b>Zone amont</b>	8	1	52	6	3	1
<b>Zone minière</b>	7	0	39	5	1	0
<b>Zone avale</b>	9	1	45	7	3	1

DD : Données manquantes ; EN : Menacé ; NE : Non évalué ; LC : Préoccupation mineure ; NT : Quasi menacé ; VU : Vulnérable.

### 3.3.1.2. Vulnérabilité à la pression de pêche du peuplement ichtyologique

Concernant la vulnérabilité au stress dû à la pression de pêche, les espèces sont réparties en sept (06) classes allant de « faible » à « très élevée » (**Figure 33**). La vulnérabilité dite « faible » est la plus répandue avec 36 espèces, soit 48,64 % de l'ensemble des espèces. Seize (16) espèces (21,62%) appartiennent à la catégorie « faible à modéré » et onze (11) espèces (14,86 %) sont

de vulnérabilité « modérée ». Les catégories de vulnérabilité « modérée à élevée » et « élevée » sont représentées respectivement par huit (08) espèces soit 10,81 % et deux (02) espèces soit 2,70 %. La catégorie « élevée à très élevée » est représentée par une (01) espèce, soit 1,35 % de l'ensemble du peuplement. Il s'agit de *Heterobranchus longifilis*.

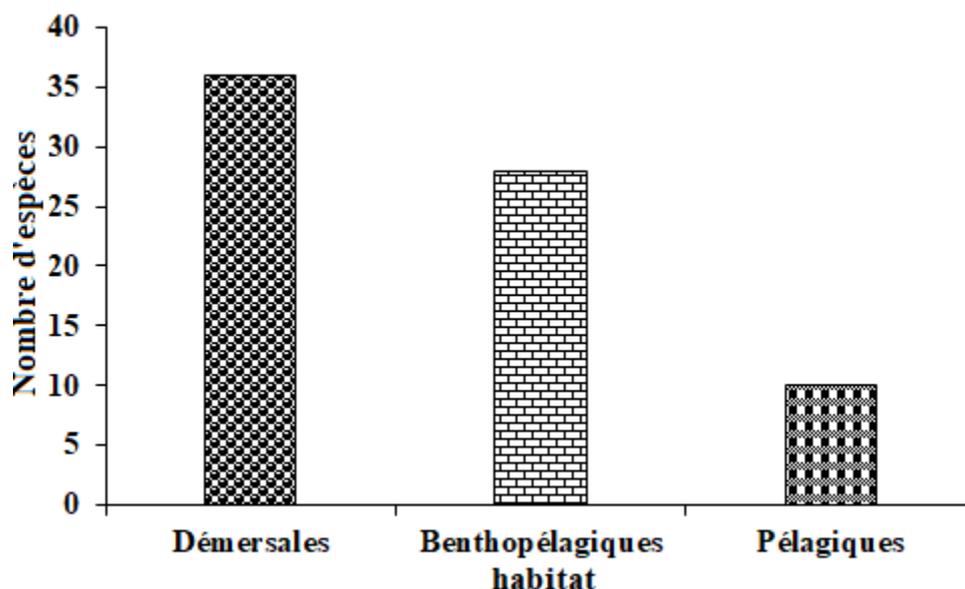


**Figure 33 :** Nombre d'espèces de poissons par degré de vulnérabilité dans l'ensemble de la zone prospectée dans le fleuve Cavally.

VF : Vulnérabilité faible ; VFM : Vulnérabilité faible à modérée ; VM : Vulnérabilité modérée ; VME : Vulnérabilité modérée à élevée ; VE : Vulnérabilité élevée ; VETE : Vulnérabilité élevée à très élevée.

### 3.3.1.3. Habitat du peuplement ichthyologique

La faune ichthyologique du fleuve Cavally est répartie en trois groupes selon la niche écologique occupée dans l'hydrosystème. Il s'agit notamment des poissons benthopélagiques, démersales et pélagiques (**Figure 34**). Les espèces démersales ont été les plus observées avec 36 espèces ; soit 48,64 % des espèces inventoriées. Ce groupe est suivi par les poissons benthopélagiques avec 28 espèces, soit 37,83 % du peuplement observés. Le groupe minoritaire est représenté par les poissons pélagiques composés de 10 espèces, soit une contribution de 13,53 %.



**Figure 34** : Nombre d'espèces de poissons par type d'habitat dans l'ensemble de la zone prospectée dans le fleuve Cavally.

### 3.3.2. Discussion

La typologie des espèces de poissons observées dans le fleuve Cavally pendant cette étude selon la classification de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) a permis d'obtenir six groupes. La grande majorité des espèces des poissons collectées dans ce cours d'eau (70,66 % du peuplement) a été classée dans la catégorie dite de «Préoccupation mineure». En outre, 85,33% des espèces de ce peuplement ont une vulnérabilité comprise entre «Faible» et «Modérée».

Par ailleurs, on note la présence d'espèces ayant un statut particulier. Il s'agit de 16 % d'espèces d'intérêt pour la conservation (UICN, 2019) et 14,67% d'espèces dont la vulnérabilité est supérieure à la catégorie «Modérée». Ces espèces avec une répartition géographique restreinte et une population qui diminue, subissent la dégradation de la qualité écologique de leur milieu (UICN, 2018). Ce pourcentage important des espèces menacées et en voie de disparition s'expliquerait principalement par la surexploitation des populations, la pollution des eaux, les modifications des régimes hydrologiques, la destruction, la fragmentation, l'homogénéisation des habitats ou encore les introductions accrues d'espèces invasives (Dudgeon *et al.*, 2006). Par ailleurs, la pollution de l'eau par l'intensité de l'orpaillage dans le lit du fleuve et aux alentours du fleuve pourrait être source de la perte des espèces, voire la disparition de certaines espèces (Cheung *et al.*, 2005 ; Kantoussan, 2007 ; UICN, 2018). De plus, il est admis que la forte pression des activités humaines sur les bassins versants et l'environnement aquatique figurent

parmi les principales menaces pesant sur la biodiversité aquatique (Gourène *et al.*, 1999 ; Koné, 2000 ; Ouattara, 2000 ; Kouamelan *et al.* 2003 ; Lévêque et Paugy, 2006 ; Le Roux *et al.*, 2008). Ettien (2010) et Kouassi *et al* (2017) ont signalé la présence d'importantes activités orpaillages dans le lit du fleuve et à proximité du fleuve Cavally. Aussi, plusieurs études démontrent que certains produits chimiques agissent de manières similaires aux hormones femelles et peuvent exercer une influence sur la population piscicole (Niamien-Ebrottié *et al.*, 2008). Par ailleurs, la pêche, bien qu'apparaissant ici comme de faible ampleur, peut constituer un facteur majeur de perturbation des communautés piscicoles surtout pour les espèces d'intérêt pour la conservation (Cheung *et al.*, 2005 ; Froese & Pauly, 2019). En effet, selon Lévêque et Paugy (2006), UICN (2016) et CITES (2017), la pêche a causé une dégradation de la biomasse des poissons et a fait naître de nombreuses préoccupations majeures en matière de conservation. Toutes ces menaces pourraient entraîner une perte irréversible de la biodiversité si des mesures de surveillance ne sont pas mises en place.

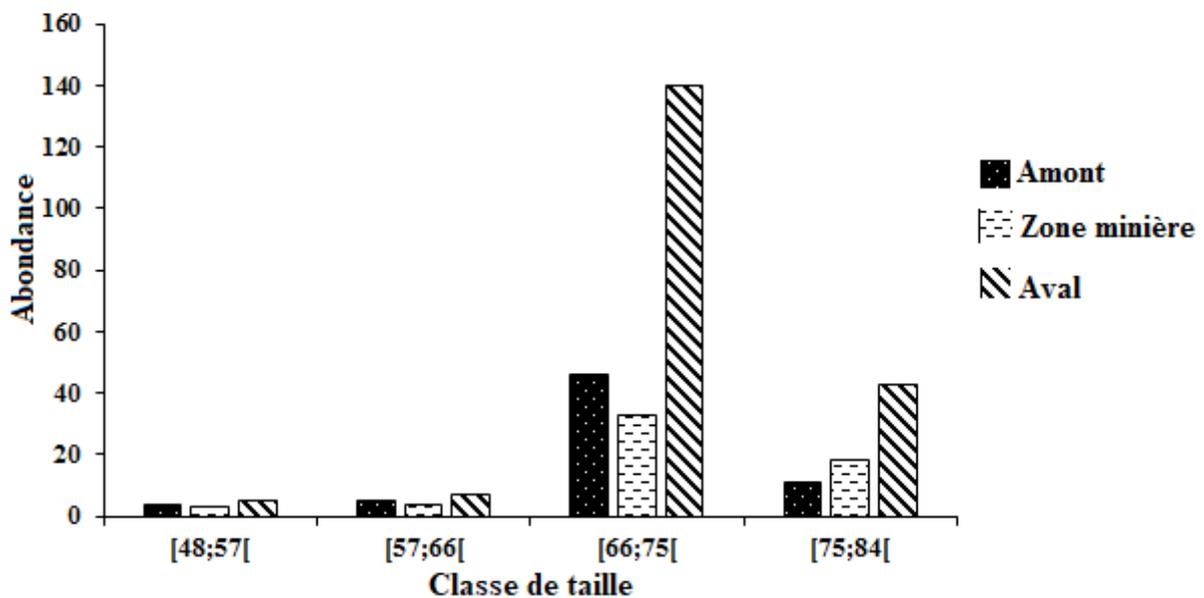
Les données sur l'habitat montrent que 49,34 % des espèces inventoriées sont démersales, 37,33 % sont benthopélagiques et 13,33 % sont pélagiques. Ainsi, la moitié des espèces de poissons rencontrés dans le fleuve Cavally vivent plus près du fond que de la surface. Par ailleurs, la teneur élevée des métaux lourds dans les sédiments du cours d'eau pourrait présenter des risques d'intoxication par bioaccumulation dans la chair des poissons. Ce résultat pourrait s'expliquer par les engins de pêche utilisés. La dominance des espèces benthopélagiques et des espèces demersales serait liée aux filets de fond ou des diverses nasses utilisés par les pêcheurs pour la capture des poissons. En effet, selon Bjordal (2005), ces engins sont spécialisés dans la capture des espèces benthopélagiques et des espèces demersales.

### 3.4. ECOLOGIE TROPHIQUE DE *Micralestes eburneensis*

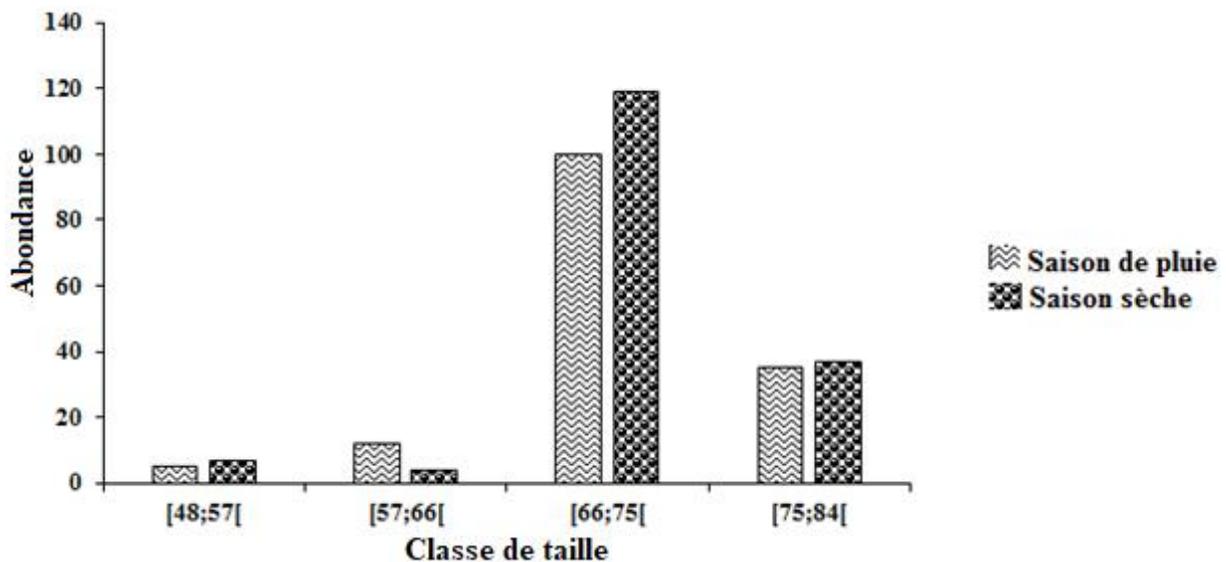
#### 3.4.1. Structure en tailles de *Micralestes eburneensis*

##### 3.4.1.1. Distribution des fréquences de tailles

Au total, 349 individus de *Micralestes eburneensis* ont été capturés. Les longueurs standards des poissons varient entre 48 et 82 mm. Sur la base de la règle de Sturge, 9 classes de taille ont été définies. Ce sont les classes [48-52[, [52-56[, [56-60[, [60-64[, [64-68[, [68-72[, [72-76[, [76-80[ et [80-84]. Mais du fait d'un effectif très réduit ( $N < 5$  et  $I = 4$ ), le nombre de classes a été réduit à 4 en fusionnant les classes précédentes dans cette classification. La valeur de l'intervalle des classes ( $I$ ) a été augmentée ( $I = 8$ ) proportionnellement aux effectifs partiels ( $N_i$ ) des classes. Ainsi, la structure de la population à une distribution unimodale et les échantillons récoltés présentent un plus grand nombre d'individus pour les tailles comprises entre 66 et 74 mm (**Figure 35**). Lorsque l'analyse des fréquences de tailles est faite sur la base des saisons de capture (**Figure 36**), il ressort qu'en saison de pluies et en saison sèche ce sont les individus de tailles comprises entre 66 et 74 mm LS qui sont les mieux représentés dans les captures. La variation spatiale montre la prédominance de cette gamme de tailles dans les trois zones d'échantillonnage.



**Figure 35** : Distribution des fréquences de tailles en fonction des zones de captures de *Micralestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire)



**Figure 36 :** Distribution des fréquences de tailles en fonction des saisons chez *Micralestes eburneensis* capturé d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire)

#### 3.4.1.2. Relations longueur-poids

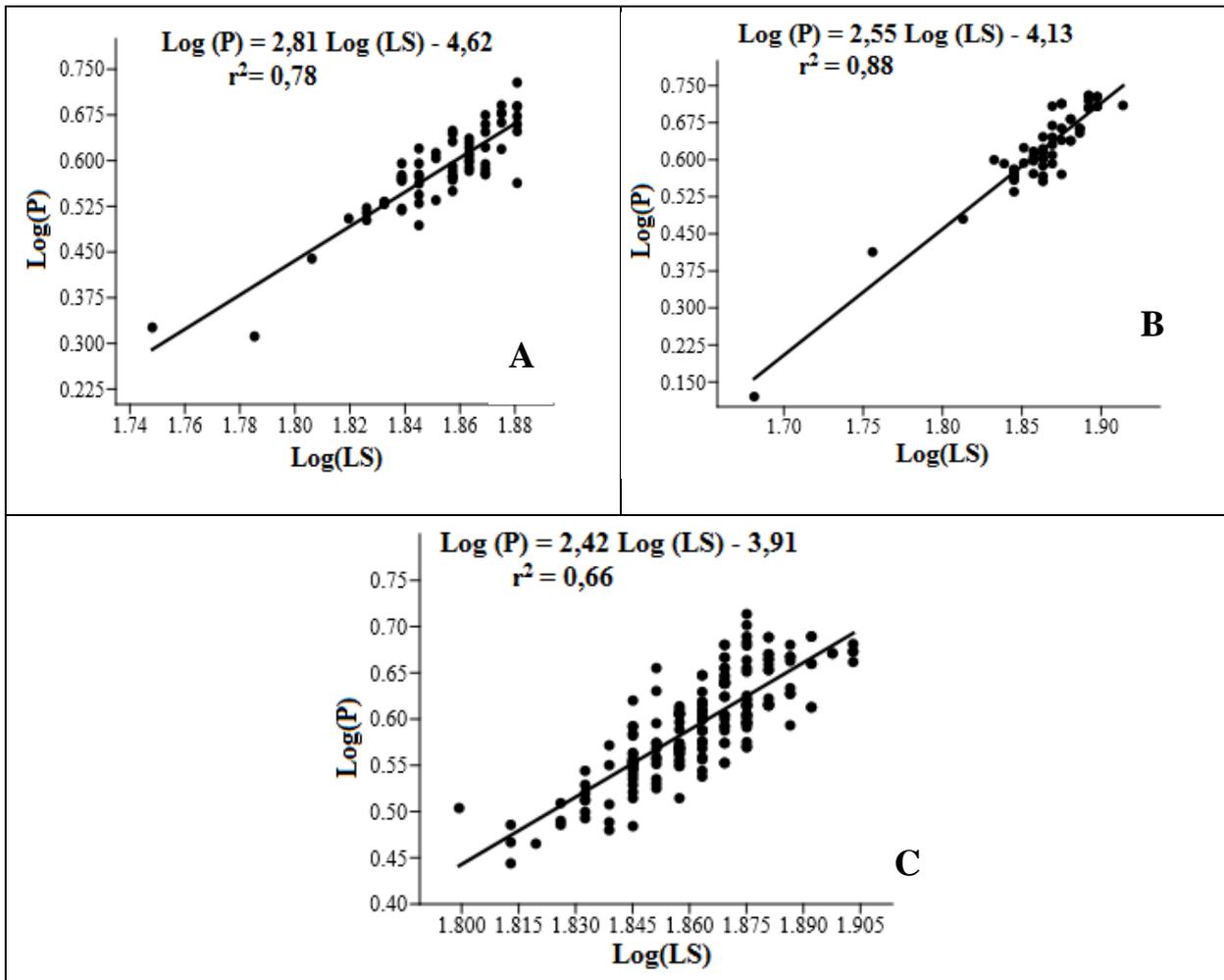
Les paramètres des relations longueur-poids de la population de *Micralestes eburneensis* capturée dans le fleuve Cavally sont présentés aux **figures 37** et **38**.

Les équations des droites de régression entre le poids et la longueur standard ainsi que leurs coefficients de détermination pour chaque population examinée sont présentés dans les **figures 37** et **38**. Les valeurs du coefficient de détermination ( $r^2$ ) sont comprises entre 0,66 et 0,88. Toutes les régressions sont hautement significatives ( $0,81 < r < 0,94$ ).

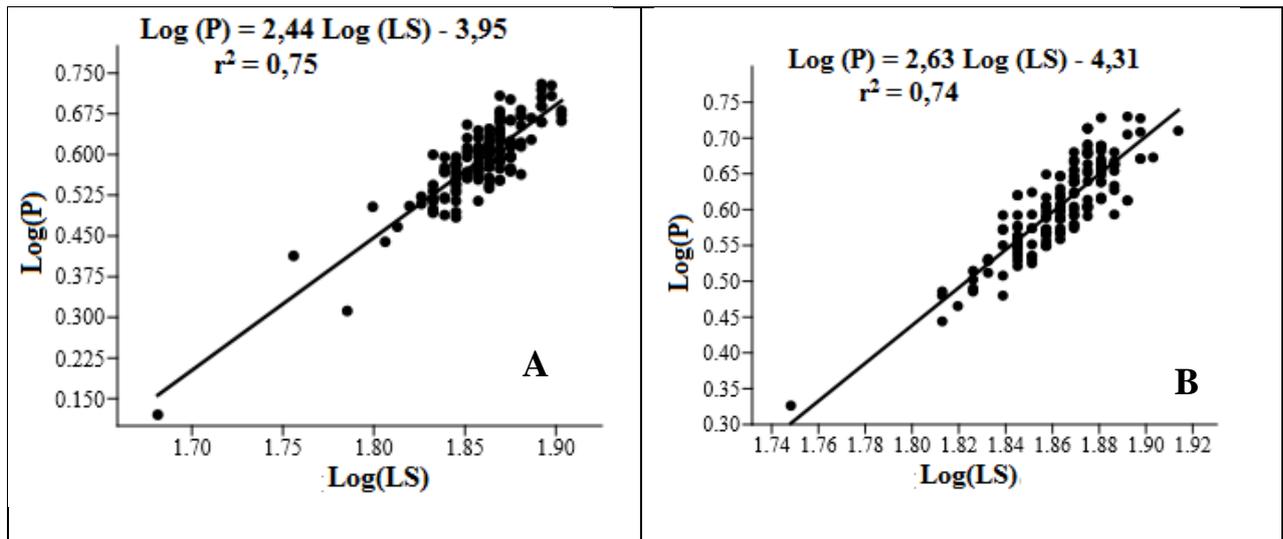
Au niveau spatial, les valeurs estimées du coefficient d’allométrie  $b$  sont de 2,81, 2,55 et 2,42 respectivement en zones amont, minière et aval. Ces valeurs sont apparues significativement inférieures au seuil 3 (*Test t de Student* ;  $p < 0,05$ ).

S’agissant de la variation temporelle, les coefficients d’allométrie en saison des pluies ( $b = 2,44$ ) et en saison sèche ( $b = 2,63$ ) sont également inférieur au seuil 3 (*Test t de Student* ;  $p < 0,05$ ).

Ainsi, la croissance est de type allométrique négative chez *Micralestes eburneensis* aussi bien de manière spatiale que temporelle.



**Figure 37 :** Courbes de régression du poids en fonction de la longueur standard de *Micralestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire). A : Amont ; B : Zone minière ; C : Aval



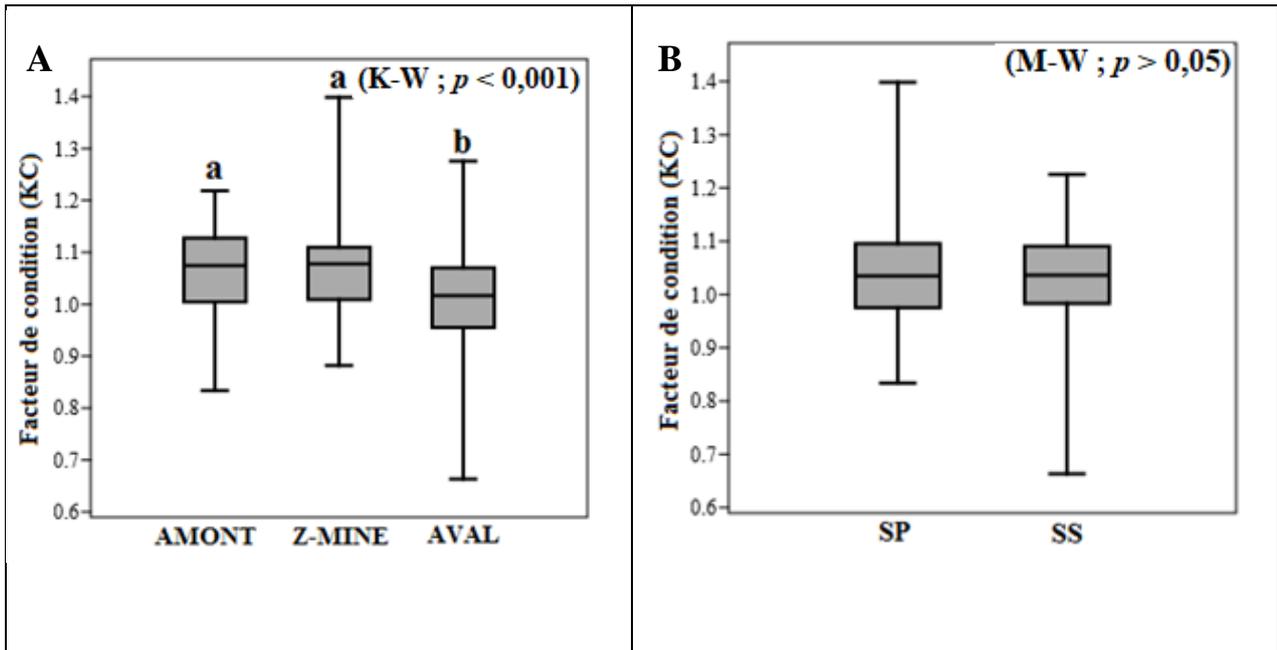
**Figure 38** : Courbes logarithmiques de régression du poids en fonction de la longueur standard de *Micralestes eburneensis* capturé d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire). A: Saison des pluies ; B : Saison sèche

### 3.4.1.3. Facteur de condition

Le facteur de condition de *Micralestes eburneensis* échantillonnées dans le fleuve Cavally a fluctué de 0,66 à 1,39 avec une valeur médiane de 1,05. Le facteur de condition médian le plus élevé a été enregistré dans la zone minière (1,07) et en amont (1,07). La plus faible valeur médiane de cette variable a été enregistrée en zone aval (1,01) (**Figure 39A**). La comparaison des variations entre zones a montré une différence significative entre l’amont, la zone minière et l’aval (Kruskall-Wallis ;  $p < 0,001$ ). Pour ce paramètre, aucune différence significative n’a été observée entre l’amont et la zone minière (Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ) mais une différence significative a été notée entre ces deux zones et la zone minière (Mann-Whitney ;  $p < 0,05$ ).

Les valeurs du facteur de condition de *Micralestes eburneensis* calculées varient de 0,83 à 1,39 en saison des pluies et en saison sèche de 0,66 à 1,22 (**Figure 39B**). Les différences saisonnières observées ne sont pas significatives (Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ) à l’échelle de la zone d’étude.

Le **tableau XIX** présente les valeurs saisonnières du facteur de condition de *Micralestes eburneensis* obtenues aux différentes des zones d’échantillonnage. En zone aval, le facteur de condition varie significativement d’une saison à l’autre (Mann-Whitney ;  $p < 0,05$ ). En revanche, aucune différence significative n’a été observée en amont et dans la zone minière entre les saisons (Mann-Whitney ;  $p > 0,05$ ). Les valeurs les plus élevées (KC = 1,21 - 1,39) ont été obtenues en saison des pluies dans toutes les zones. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées pendant la saison sèche (0,66 - 0,88).



**Figure 39** : Variation du facteur de condition de *Micralestes eburneensis* en fonction des zones de captures et des saisons d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire). A: Zones de captures ; B : Des saisons

**Tableau XIX** : Variations saisonnières du facteur de condition de *Micralestes eburneensis* en fonction des zones de captures d’avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d’Ivoire).

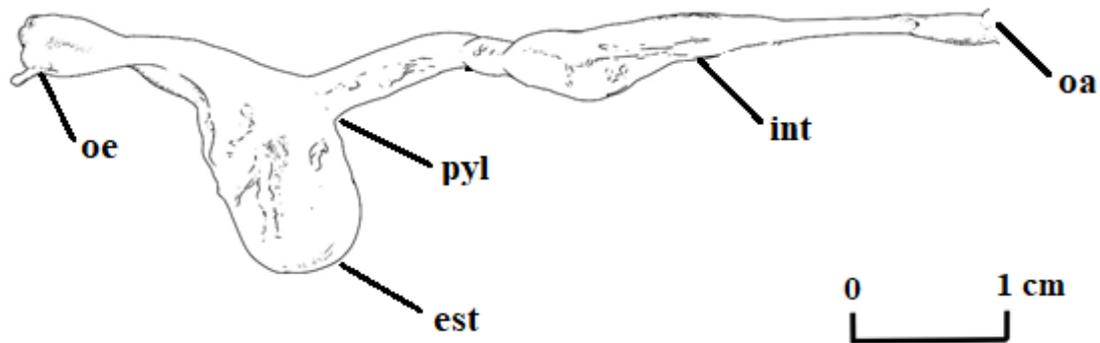
Zone de capture	Saison	KC	p-value
Amont	SP	1,05 ± 0,08	> 0,05 <sup>ns</sup>
	SS	1,07 ± 0,08	
Zone minière	SP	1,08 ± 0,1	> 0,05 <sup>ns</sup>
	SS	1,07 ± 0,01	
Aval	SP	1,02 ± 0,08	< 0,05*
	SS	0,99 ± 0,08	

\* : test Mann-Whitney significatif ; ns : test Mann-Whitney non significatif ; SP : Saison des pluies ; SS : Saison sèche

### 3.4.2. Régime alimentaire de *Micralestes eburneensis*

#### 3.4.2.1. Morphologie du tube digestif

L’analyse de la structure et de la morphologie du tube digestif a mis en évidence un œsophage à parois épaisse suivi d’un estomac peu développé à parois épaisse (**Figure 40**). On note une absence de branche cardiaque, de branche pylorique et de caecum pylorique. L’intestin relativement court et étroit est en ligne droite jusqu’à l’orifice anal.



**Figure 40 :** Dessin du tube digestif de *Micralestes eburneensis* (les glandes annexes ayant été supprimées) observé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).

oe = œsophage ; est = estomac ; pyl = pylore de l'estomac ; int = intestin ; oa = orifice anal.

#### 3.4.2.2. Régime alimentaire général

Au total, 349 estomacs de *Micralestes eburneensis* de tailles compris entre 48 mm (LS) et 82 mm (LS) ont été examinés. Dans cet échantillon, 47 estomacs étaient vides, soit un pourcentage de vacuité (CV) égal à 13,46%. Les coefficients intestinaux des 349 individus analysés ont varié entre 0,39 et 0,95 pour une moyenne de  $0,58 \pm 0,06$ .

L'analyse qualitative de l'ensemble des 302 contenus stomacaux a permis d'identifier 33 catégories alimentaires (**Tableau XX**). Celles-ci appartiennent à 6 groupes items proies que sont : les Insectes, les Arachnidae, les Haplotaxida, les Macrophytes, les Sédiments et les autres proies. Les Insectes représentés par 10 ordres (Isoptères, Coléoptères, Diptères, Hyménoptères, Hémiptères, Odonates, Éphéméroptères, Trichoptères, Lépidoptères et Diploures) incluant 27 organismes proies sont qualitativement les plus importants. Les Coléoptères (avec 5 taxons), les Trichoptères (avec 5 taxons) et les Diptères (avec 4 taxons) sont les ordres les mieux représentés. L'analyse quantitative du régime alimentaire a montré que *Micralestes eburneensis* se nourrit majoritairement d'Insectes. Dans le groupe des Insectes, selon l'ordre décroissant de leur pourcentage d'occurrence, les restes d'Insectes (%F = 74,91), les Libellulidae (%F = 41,25), les Formicidae (%F = 36,96), les Chironomidae (%F = 12,54), les Termitidae (%F = 12,21), les Hydropsychidae (%F = 10,89) et les Elmidae (%F = 8,25) ont les fréquences d'occurrence les plus élevées. Les autres familles sont apparues rarement dans les estomacs. Numériquement, ce sont plutôt les Formicidae qui sont les plus importants (%N = 69,18). Elles

sont suivies des restes d'Insectes (%N = 7,97) et des Libellulidae (%N = 6,54). Le pourcentage pondéral est également en faveur des restes d'Insectes (%P = 43,57) suivie des Libellulidae (%P = 22,57) et des Formicidae (%P = 21,27).

Les Arachnidae et les Haplotaxida sont rarement apparues dans les estomacs de *Micralestes eburneensis*. Au niveau des macrophytes, les débris végétaux ont une fréquence relativement élevée (16,17%). Quant aux sédiments, ils sont apparus rarement dans les estomacs de *Micralestes eburneensis*.

Les valeurs de l'indice d'aliment principal montrent que les Insectes représentent les proies préférentielles (MFI > 75). Les autres représentent les proies accessoires (MFI < 25).

**Tableau XX** : Pourcentages d'occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et Indice d'aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de *Micralestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).

ITEMS	Codes	%F	%N	%P	MFI
<b>INSECTES</b>					
<b>Isoptères</b>					
Termitidae	TE	12,21	4,08	2,47	3,51
<b>Coléoptères</b>					
Elmidae	EL	8,25	0,91	2,26	2,53
Hydrochidae	HY1	0,33	0,08	0,07	0,09
Hydrophilidae	HY2	6,6	0,77	0,52	1,08
Gyrinidae	GY	0,33	0,02	0,1	0,1
Dytiscidae	DY	0,66	0,05	0,02	0,06
<b>Diptères</b>					
Chironomidae	CH1	12,54	1,55	0,65	1,68
Conopidae	CO	3,96	0,35	0,18	0,49
Muscidae	MU	0,33	0,02	0,04	0,06
Ceratopogonidae	CE	0,99	0,11	0,12	0,2
<b>Hyménoptères</b>					
Formicidae	FO	36,96	69,18	21,27	26,39
<b>Hemiptères</b>					
Gerridae	GE	5,28	0,74	0,31	0,75
Notonectidae	NO	4,29	0,41	0,12	0,42
Veliidae	VE	0,33	0,02	0,05	0,07
<b>Odonates</b>					
Libellulidae	LI	41,25	6,54	22,57	18,24
Gomphidae	GO	2,64	0,23	0,17	0,38
<b>Ephéméroptères</b>					
Caenidae	CA1	0,33	0,45	0,34	0,28
Baetidae	BA	3,3	0,4	0,27	0,55
Heptageniidae	HE	1,65	0,16	0,04	0,15
<b>Trichoptères</b>					
Polycentropodidae	PO	7,26	0,74	0,27	0,81
Hydropsychidae	HY3	10,89	1,45	1,32	2,24
Leptoceridae	LE	3,63	0,35	0,37	0,67
Philopotamidae	PH	2,31	0,23	0,1	0,28
Ecnomidae	EC	1,65	0,14	0,07	0,21
<b>Lépidoptères</b>					
Pyrilidae	PY	0,33	0,02	0,08	0,09
Crambidae	CR	0,33	0,02	0,04	0,06
<b>Diploures</b>					
Campodeidae	CA2	1,65	0,14	0,03	0,12

**Tableau XX (suite et fin)**

ITEMS	Codes	%F	%N	%P	MFI
<b>Reste d'insectes</b>	RI	74,91	7,97	43,57	33,44
ARACHNIDA					
Arachnidae	AR	1,32	0,11	0,12	0,23
HAPLOTAXIDA					
Haplotaxidae	HA	1,98	0,17	0,05	0,18
MACROPHYTES					
débris végétaux	DV	16,17	1,5	1,1	2,44
SEDIMENTS					
Sable	SA	7,92	0,71	0,45	1,09
AUTRES PROIES	AU	4,29	0,38	0,86	1,11
<hr/>					
INSECTES					94,95
ARACHNIDA					0,23
HAPLOTAXIDA					0,18
MACROPHYTES					2,44
SEDIMENTS					1,09
AUTRES PROIES					1,11

### 3.4.2.3. Variation spatiale du régime alimentaire

La composition du régime alimentaire de *Micralestes eburneensis* en fonction des zones de captures indiquent que la consommation des insectes est dominant dans toutes les zones. Les insectes représentent la proie préférentielle (MFI > 75) dans les trois zones d'études (**Tableau XXI**). Les Arachnidae, les Haplotaxida, les macrophytes, les sédiments et les proies indéterminées représentent des proies accessoires (MFI < 25) dans l'ensemble des stations. Les valeurs de la fréquence d'apparition (occurrence) révèlent que les Formicidae sont les proies les plus consommées par *Micralestes eburneensis* en amont et en aval avec respectivement (%F = 42,8 et %F = 34,02). Dans la zone minière les Formicidae (%F = 49,05) et les Libelullidae (%F = 49,05) sont les familles les plus fréquentes dans les estomacs. Les restes d'Insectes sont très fréquents dans les estomacs de *Micralestes eburneensis* capturé dans les trois zones d'échantillonnage avec %F = 87,56 en amont, %F = 90,56 en aval et %F = 66,49 dans la zone minière.

Le pourcentage numérique révèle que les Formicidae sont les proies les plus importantes du bol alimentaire de *M. eburneensis* dans les trois zones avec %N = 56,69 en amont, 33,01 % dans la zone minière et 82,46 % en aval. Les restes d'insectes dominant dans le bol alimentaire sur le plan pondéral dans les trois zones d'échantillonnage.

Les résultats de l'étude de la similarité du régime alimentaire de *M. eburneensis* entre les zones sont consignés dans le **tableau XXII**. Ces résultats montrent que l'indice de similarité ( $\alpha$ ) de Schoener dans les trois zones est supérieur à 0,6. Ainsi, les individus de *Micralestes eburneensis* consomment les mêmes types de proie d'une zone à l'autre.

**Tableau XXI** : Pourcentages d'occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et Indice d'aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de *Micralestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans les différentes zones d'étude du fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).

ITEMS	ZONES D'ECHANTILLONNAGE											
	AMONT				ZONE MINIERE				AVAL			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>INSECTES</b>												
<b>Isoptères</b>												
Termitidae	1,7	0,27	0,01	0,08	35,84	16,07	8,78	9,23	8,76	0,71	1,18	2,1
<b>Coléoptères</b>												
Elmidae	12,5	2,11	5,04	4,76	28,3	3,82	4,54	5,22	1,54	0,26	0,16	0,33
Hydrochidae									0,51	0,22	0,14	0,2
Hydrophilidae	1,7	0,27	0,45	0,52	22,64	1,97	0,6	1,66	3,6	0,54	0,53	0,91
Gyrinidae					26,41	2,11	3,74	4,46	0,51	0,24	0,27	0,34
Dytiscidae									1,03	0,18	0,01	0,07
<b>Diptères</b>												
Chironomidae	14,2	2,23	1,44	2,7	33,96	3,38	0,74	2,27	5,66	0,92	0,17	0,65
Conopidae	7,1	3,18	0,52	1,28	15,09	2,13	0,29	0,96				
Muscidae									0,51	0,04	0,08	0,13
Ceratopogonidae									1,54	0,36	0,33	0,49
<b>Hyménoptères</b>												
Formicidae	42,8	56,69	26,9	28,71	49,05	33,01	13,63	14,46	34,02	82,46	18,8	28,77
<b>Hemiptères</b>												
Gerridae	17,8	2,29	0,28	1,32	24,52	1,83	0,6	1,72	1,03	0,38	0,22	0,34
Notonectidae	3,4	0,54	0,94	1,08	18,86	1,41	0,41	1,25	1,03	0,32	0,07	0,19
Veliidae									0,51	0,34	0,01	0,05
<b>Odonates</b>												
Libellulidae	17,8	6,14	11,18	9,08	49,05	6,91	19,17	14,17	45,36	5,46	31,64	24,65
Gomphidae	1,7	0,27	0,03	0,14	9,43	0,7	0,21	0,63	1,03	0,08	0,22	0,3
<b>Ephéméroptères</b>												
Caenidae									0,51	0,08	0,15	0,18

**Tableau XXI (Suite et fin)**

ITEMS	ZONES D'ECHANTILLONNAGE											
	AMONT				ZONE MINIERE				AVAL			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
Baetidae					11,32	0,84	0,25	0,75	2,06	0,28	0,38	0,58
Heptageniidae	3,4	0,54	0,06	0,27	7,54	0,56	0,19	0,54				
<b>Trichoptères</b>												
Polycentropodidae	3,5	0,47	0,07	0,29	37,73	4,24	1,26	3,14				
Hydropsychidae	12,5	2,07	1,7	2,76	35,84	5,08	1,96	3,87	3,61	0,25	0,9	1,15
Leptoceridae	3,5	0,47	1,11	1,16	15,09	2,27	0,47	1,23	0,51	0,04	0,01	0,04
Philopotamidae	1,7	0,47	0,17	0,34	11,32	0,99	0,28	0,8				
Ecnomidae	5,2	1,1	0,6	1,07	7,54	0,56	0,23	0,59				
<b>Lepidoptères</b>												
Pyralidae									0,51	0,04	0,01	0,04
Crambidae									0,51	0,03	0,01	0,04
<b>Diploures</b>												
Campodeidae	7,1	1,65	0,12	0,56					0,51	0,04	0,01	0,04
<b>Reste d'insectes</b>	87,5	13,68	46,2	37,94	90,56	6,91	39,62	26,95	66,49	5,14	41,92	33,69
ARACHNIDA												
Arachnidae									2,06	0,16	0,22	0,42
HAPLOTAXIDA												
Haplotaxidae	1,7	0,27	0,03	0,13	9,43	0,7	0,23	0,66				
MACROPHYTES												
débris végétaux	19,6	3,07	1,48	3,21	26,41	1,97	0,79	2,04	12,37	0,99	1,65	2,88
SEDIMENTS												
Sable	12,5	1,95	0,79	1,87	22,64	1,69	0,56	1,59	2,58	0,2	0,27	0,53
AUTRES PROIES	1,7	0,27	0,88	0,73	11,32	0,85	1,45	1,81	3,09	0,24	0,64	0,89
INSECTES				94,06				93,9				95,28
ARACHNIDA												0,42
HAPLOTAXIDA				0,13				0,66				
MACROPHYTES				3,21				2,04				2,88
SEDIMENTS				1,87				1,59				0,53
AUTRES PROIES				0,73				1,81				0,89

**Tableau XXII** : Indice de Schoener (1970) de la similarité du régime alimentaire ( $\alpha$ ) entre les zones d'études de *Micralestes eburneensis* capturé dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).

	Amont - Z-mine	Amont - Aval	Z-mine - Aval
indice de similarité ( $\alpha$ ) de schoener	0,71	0,79	0,65

#### 3.4.2.4. Régime alimentaire en fonction des saisons

L'analyse des données sur la base des saisons de la zone en amont (**Tableau XXIII**), de la zone minière (**Tableau XXIV**) et de la zone en aval (**Tableau XXV**) montre des variations au niveau des proportions des items proies présents dans le bol alimentaire de *Micralestes eburneensis*. Selon les zones de captures, l'analyse de la composition alimentaire en fonction des saisons sur la base des valeurs de MFI montre que les Insectes constituent la nourriture préférentielle, aussi bien en saison pluvieuse qu'en saison sèche dans les trois zones d'échantillonnages. Les valeurs de MFI enregistrées en saisons pluvieuse et sèche sont respectivement 92,78 et 89,43 en amont, de 93,41 et 94,59 dans la Zone minière et de 95,80 et 97,82 en aval. Les autres groupes taxonomiques représentent des proies accessoires selon les saisons dans les trois zones. Mais, il faut noter l'absence des Haplotaxida en saison sèche en amont, l'absence des Arachnidae en amont et dans la zone minière au cours des deux saisons. Les Arachnidae sont absents des contenus stomacaux en saison sèche. Aucune proie de la catégorie autre proie n'a été observée dans les estomacs des individus échantillonnés en aval durant la saison sèche et la saison pluvieuse.

En saison pluvieuse en amont (**Tableau XXIII**), les Formicidae (%F=37,5), les Libellulidae (%F = 21,9) et les Hydropsychidae (%F = 20,8) sont apparues plus fréquemment dans les estomacs. Les Formicidae sont apparues les plus abondants (%N = 14,8). Les autres familles d'Insectes étaient faiblement représentées. En saison sèche en amont (**Tableau XXIII**), les Formicidae (%F = 33,3) suivie des Chironomidae (%F = 12,5) et des Elmidae (%F = 12,5) ont été les plus fréquentes dans les estomacs avec une abondance des Gerridae (%N = 13,98) et des Formicidae (%N = 10,38).

Dans la zone minière (**Tableau XXIV**), en saison pluvieuse, les Termitidae (%F = 69,2), les Formicidae (%F = 57,7), les Libellulidae (%F = 57,7), les Polycentropodidae (%F = 46,2) et les Hydropsychidae (%F = 46,2) sont apparues les plus fréquentes dans le bol alimentaire avec une abondance des Formicidae (%N = 27,96) et des Termitidae (%N= 23,32). En saison sèche, les Chironomidae (%F = 44,4) et les Formicidae (%F = 40,7) sont les plus rencontrées dans les estomacs avec une abondance des Formicidae (%N = 45,43).

En aval (**Tableau XXV**), en saison pluvieuse les Libellulidae (%F=51,64) et les Formicidae (%F = 41,75) ont un pourcentage d'occurrence élevé dans les estomacs examinés avec une dominance des formicidae (%N = 82,39). En saison sèche, les Libellulidae (%F=51,25) et les formicidae (%F = 35,00) sont fréquemment apparues dans les estomacs analysés avec une dominance des Formicidae (%N= 81,24). Il faut signaler ici l'absence de plusieurs familles d'Insectes : Elmidae, Hydrophilidae, Gyrinidae, Muscidae, Gerridae, Veliidae, Gomphidae, Caenidae, Pyralidae, Crambidae et des Arachnidae.

Les résultats de l'étude de la similarité du régime alimentaire de *M. eburneensis* entre les saisons sèche et pluvieuses sont consignés dans le **tableau XXVI**. Ces résultats montrent que l'indice de similarité ( $\alpha$ ) de Schoener est compris entre 0,72 (Zone minière) et 0,92 (aval). L'indice de similarité ( $\alpha$ ) étant supérieur ou égale à 0,6 dans les trois zones de captures traduit que les individus de *Micralestes eburneensis* consomment les mêmes types de proie d'une saison à l'autre dans les trois zones.

**Tableau XXIII** : Pourcentages d'occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et indice d'aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de *Micralestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) durant la saison des pluies et la saison sèche dans la zone en amont.

Items	Amont saison des pluies				Amont saison sèche			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>INSECTES</b>								
<b>  Isoptères</b>								
Termitidae	9,37	3,7	17,12	8,31				
<b>  Coléoptères</b>								
Elmidae	12,5	4,93	4,32	4,82	12,5	5,89	6,12	6,29
Hydrophilidae					4,1	1,29	1,57	1,73
<b>  Diptères</b>								
Chironomidae	15,6	6,17	1,69	3,37	12,5	5,89	1,34	2,94
Conopidae	8,33	2,59	0,89	1,73	6,25	2,46	0,37	1,06
<b>  Hyménoptères</b>								
Formicidae	37,5	14,8	10,3	12,9	33,3	10,38	18,52	16,88
<b>  Hémiptères</b>								
Gerridae	3,12	1,23	1,21	1,27	4,1	13,98	0,98	2,49
Notonectidae	3,12	1,23	0,02	0,16				
<b>  Odonates</b>								
Libellulidae	21,9	7,44	6,12	7,44	12,5	3,89	2,62	3,88
Gomphidae	4,1	1,29	0,11	0,42				

**Tableau XXIII (Suite et fin)**

Items	Amont saison des pluies				Amont saison sèche			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>Ephéméroptères</b>								
Heptageniidae	4,1	1,29	0,11	0,42	3,12	1,23	0,04	0,24
<b>Trichoptères</b>								
Polycentropodidae	4,1	1,2	0,12	0,44	3,12	1,23	0,04	0,24
Hydropsychidae	20,8	5,49	3,34	5,2	6,25	2,48	1,03	1,78
Leptoceridae	6,25	2,42	1,57	2,05				
Philopotamidae	3,12	1,23	0,64	0,93	4,1	1,29	0,61	1,07
Ecnomidae	3,12	1,23	0,17	0,47				
<b>Diploures</b>								
Campodeidae	9,37	3,7	0,09	0,59	4,1	1,29	0,18	0,58
<b>Reste d'insectes</b>								
	91,7	28,6	48,11	42,26	84,4	33,33	60,98	50,25
<b>HAPLOTAXIDA</b>								
Haplotaxidae	3,12	1,23	0,04	0,23				
<b>MACROPHYTES</b>								
débris végétaux	25	7,79	2,52	5,09	15,6	6,17	0,91	2,64
<b>SEDIMENTS</b>								
Sable	3,12	1,23	0,29	0,62	25	7,79	3,63	6,47
AUTRES PROIES	3,12	1,23	1,22	1,28	4,1	1,41	1,06	1,46
INSECTES				92,78				89,43
HAPLOTAXIDA				0,23				
MACROPHYTES				5,09				2,64
SEDIMENTS				0,62				6,47
AUTRES PROIES				1,28				1,46

**Tableau XXIV :** Pourcentages d'occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et indice d'aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de *Micrlestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) durant la saison des pluies et la saison sèche dans la zone minière (Z-MINE).

Items	Z-mine saison des pluies				Z-mine saison sèche			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>INSECTES</b>								
<b>Isoptères</b>								
Termitidae	69,2	23,32	13,9	14,04	3,7	4,79	2,51	2,31

Tableau XXIV (Suite et fin)

Items	Z-mine saison des pluies				Z-mine saison sèche				
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	
<b>Coléoptères</b>									
Elmidae	38,5	2,77	0,51	1,79	18,5	2,89	9,5	7,15	
Hydrophilidae	26,9	1,84	0,6	1,62	18,5	2,36	0,69	1,9	
Gyrinidae	50	3,01	7,61	7,85	3,7	0,36	0,09	0,29	
<b>Diptères</b>									
Chironomidae	23,1	1,39	0,37	1,17	44,4	6,5	1,19	3,9	
Conopidae	19,2	1,15	0,37	1,07	11,1	1,08	0,19	0,76	
<b>Hyménoptères</b>									
Formicidae	57,7	27,96	15,5	14,23	40,7	45,43	13,46	17,09	
<b>Hemiptères</b>									
Gerridae	30,8	1,85	0,67	1,82	18,5	1,8	0,71	1,9	
Notonectidae	23,1	1,38	0,35	1,13	14,8	1,44	0,36	1,21	
<b>Odonates</b>									
Libellulidae	57,7	6,23	17,3	13,01	40,7	9,58	27,05	18,59	
Gomphidae	15,4	0,92	0,29	0,85	3,7	0,46	0,09	0,3	
<b>Ephéméroptères</b>									
Heptageniidae	11,5	0,69	0,26	0,69	3,7	0,36	0,09	0,29	
Baetidae	23,1	1,38	0,52	1,39					
<b>Trichoptère</b>									
Polycentropodidae	46,2	3,46	1,42	3,28	29,6	2,89	0,92	2,74	
Hydropsychidae	46,2	3,69	1,29	3,13	25,9	6,14	2,76	4,72	
Leptoceridae	26,9	1,85	0,58	1,59	3,7	0,36	0,09	0,29	
Philopotamidae	15,4	1,15	0,36	0,95	7,4	0,72	0,18	0,6	
Ecnomidae	15,4	0,92	0,31	0,87					
<b>Reste d'insectes</b>	92,6	8,38	33,8	22,93	88,5	8,31	38,29	30,55	
<b>HAPLOTAXIDA</b>									
Haplotaxidae	11,5	0,69	0,26	0,69	7,4	0,72	0,18	0,6	
<b>MACROPHYTES</b>									
débris végétaux	33,3	3,25	0,97	2,32	19,2	1,38	0,63	1,8	
<b>SEDIMENTS</b>									
Sable	18,5	1,8	0,46	1,19	26,9	1,62	0,63	2,12	
<b>AUTRES PROIES</b>	15,4	0,92	2,3	2,39	7,4	0,81	0,39	0,89	
<b>INSECTES</b>				93,41					94,59
<b>HAPLOTAXIDA</b>				0,69					0,6
<b>MACROPHYTES</b>				2,32					1,8
<b>SEDIMENTS</b>				1,19					2,12
<b>AUTRES PROIES</b>				2,39					0,89

**Tableau XXV** : Pourcentages d'occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et indice d'aliment principal (MFI) des items alimentaires rencontrés dans les contenus stomacaux de *Micralestes eburneensis* capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) durant la saison des pluies et la saison sèche dans la zone en aval.

Items	Aval saison des pluies				Aval saison sèche			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>INSECTES</b>								
<b>Isoptères</b>								
Termitidae	10,98	0,78	1,45	2,38	8,75	1,12	0,89	1,82
<b>Coléoptères</b>								
Elmidae	1,09	0,06	0,02	0,09				
Hydrochidae					1,09	0,19	0,29	0,37
Hydrophilidae	5	0,51	0,32	0,77				
Gyrinidae	1,25	0,1	0,42	0,43				
Dytiscidae	1,25	0,1	0,01	0,06	1,09	0,06	0,04	0,13
<b>Diptères</b>								
Chironomidae	3,75	0,41	0,06	0,28	4,39	0,46	0,07	0,36
Muscidae	0,33	0,02	0,04	0,06				
Ceratopogonidae	1,25	0,1	0,18	0,29	2,19	0,19	0,24	0,46
<b>Hyménoptères</b>								
Formicidae	41,75	82,39	18,93	28,08	35	81,24	19,02	29,06
<b>Hemiptères</b>								
Gerridae	2,5	0,2	0,32	0,54				
Notonectidae	1,25	0,2	0,12	0,24	1,09	0,06	0,02	0,11
Veliidae	1,09	0,06	0,02	0,09				
<b>Odonates</b>								
Libellulidae	51,64	5,61	30,4	24,16	51,25	8,77	33,17	27,57
Gomphidae	2,19	0,13	0,36	0,53				
<b>Ephéméroptères</b>								
Caenidae	1,25	0,2	0,3	0,38				
Baetidae					2,19	0,32	0,52	0,7
<b>Trichoptères</b>								
Hydropsychidae	4,39	0,26	1,75	1,65	3,75	0,51	0,1	0,4
Leptoceridae					1,09	0,06	0,02	0,11
<b>Lepidoptères</b>								
Pyralidae	1,25	0,1	0,03	0,11				
Crambidae	1,25	0,1	0,01	0,06				
<b>Diploures</b>								
Campodeidae	2,5	0,2	0,4	0,59	1,09	0,06	0,03	0,12
<b>Reste d'insectes</b>	78,75	6,44	42,88	35,01	72,52	6,18	44,6	36,61
<b>ARACHNIDA</b>								
Arachnidae	1,25	0,1	0,12	0,22				

**Tableau XXV (Suite et fin)**

Items	Aval saison des pluies				Aval saison sèche			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>MACROPHYTES</b>								
Débris végétaux	18,75	1,53	1,17	2,82	9,89	0,65	0,9	1,9
<b>SEDIMENTS</b>								
Sable	3,75	0,3	0,44	0,77	2,19	0,13	0,09	0,28
<b>AUTRES PROIES</b>								
INSECTES				95,8	97,82			
ARACHNIDA				0,22				
MACROPHYTES				2,82	1,9			
SEDIMENTS				0,77	0,28			
AUTRES PROIES				0,33				

**Tableau XXVI :** Indice de Schoener (1970) de la similarité du régime alimentaire ( $\alpha$ ) entre les saisons sèche et pluvieuse de *Micralestes eburneensis* capturé dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire).

	Zones d'échantillonnage		
	Amont	Zone minière	Aval
<b>Indice de similarité (<math>\alpha</math>) de Schoener</b>	0,77	0,72	0,92

### 3.4.2.5. Régime alimentaire en fonction de la taille des poissons

Sur la base de la règle de Sturge, 9 classes de taille ont été définies. Ce sont les classes [48-52[, [52-56[, [56-60[, [60-64[, [64-68[, [68-72[, [72-76], [76-80[et [80-84]. Mais du fait d'un effectif très réduit ( $N < 5$  et  $I = 4$ ), le nombre de classes a été réduit à 4 en fusionnant les classes précédentes dans cette classification. La valeur de l'intervalle des classes ( $I$ ) a été augmentée ( $I = 8$ ) proportionnellement aux effectifs partiels ( $N_i$ ) des classes. Les nouvelles classes obtenues sont définies comme suit :  $C1 = [48 \leq LS \leq 56 \text{ mm } (N = 11)]$ ,  $C2 = [57 \leq LS \leq 65 \text{ mm } (N = 13)]$ ,  $C3 = [66 \leq LS \leq 74 \text{ mm } (N = 207)]$  et  $C4 = [75 \leq LS \leq 83 \text{ mm } (N = 71)]$ .

La composition du régime alimentaire des individus de la classe C1, C2, C3 et C4 est résumée dans le **tableau XXVII**. L'analyse des contenus stomacaux montre que sur un total de 33 items proies répertoriés chez *Micralestes eburneensis* dans le fleuve Cavally, 15 sont présents dans la classe C1, 17 dans la classe C2 tandis que dans les classes C3 et C4, 29 et 26 proies ont été observés respectivement.

Les individus des classes C1 et C2, de petites tailles seraient immatures. Ils ingèrent plus fréquemment des Chironomidae (%F = 33,33 % et 55,55%), les restes d'insectes (%F = 33,33 et 77,78%), les Hydrophilidae (%F = 22,22% et 33,33%) et les Ceratopogonidae (%F = 22,22% et 22,22). On note une absence d'Arachnidae, Haplotaxida, Macrophytes et d'autres proies chez les individus de très petite taille (C1).

Au niveau des classes C3 et C4 qui pourrait représenter les juvéniles et les adultes, les proies les plus fréquemment consommées par ces individus comprennent les restes d'insectes (%F = 73,18 % et 78,88%), les Formicidae (%F = 43,63% et 22,22) et les Libellulidae (%F = 39,09% et 49,29).

Les débris végétaux ont été retrouvés uniquement dans les estomacs des classes C2, C3 et C4, quant au sable, il a été rencontré dans toutes les classes. La fréquence d'ingurgitation de sable diminue avec la taille de l'espèce. Elle diminue de 11,11 % à 4,22 % de la classe C1 à la classe C4.

Sur la base des MFI, les insectes sont plus importants dans le profil alimentaire des quatre classes avec respectivement de C1 à C4 (MFI = 91,75 ; 95,92 et 94,26). La quantité d'insectes consommés augmente avec la taille des individus. Les sédiments (sables) sont plus abondants chez les individus de petite taille (MFI = 8,25). Les macrophytes sont absents chez les individus de petites tailles (C1).

**Tableau XXVII:** Composition du régime alimentaire et classification des proies recensées dans les contenus stomacaux de *Micralestes eburneensis* en fonction des classes de taille C1, C2, C3 et C4 capturé d'avril 2015 à mai 2017 dans le fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) : Pourcentages d'occurrence (%F), numérique (%N), pondéral (%P) et Indice d'aliment principal (MFI).

ITEMS	Classes de tailles en (mm)															
	C1: [48 ; 57[				C2: [57 ; 66[				C3: [66 ; 75[				C4: [75 ; 84[			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>INSECTES</b>																
<b>Isoptères</b>																
Termitidae									14,09	5,38	3,02	4,16	8,45	1,46	1,09	1,83
<b>Coléoptères</b>																
Elmidae					22,22	2,95	0,18	1,06	10,45	1,25	3,01	3,22	2,82	0,2	0,2	0,43
Hydrochidae													1,41	0,31	0,31	0,45
Hydrophilidae	22,22	4,71	3,43	5,78	33,33	3,93	3,54	5,75	6,36	0,77	0,49	1,01	5,63	0,52	0,36	0,83
Gyrinidae					11,11	0,98	4,84	3,82	5,9	0,56	0,92	1,32	2,82	0,31	1,01	0,99
Dytiscidae	11,11	4,71	1,47	2,89	22,22	1,97	0,18	1,04					1,41	0,1	0,02	0,09
<b>Diptères</b>																
Chironomidae	33,33	21,74	5,87	10,81	55,55	6,88	9,32	12,06	7,72	0,73	0,56	1,17	23,94	2,51	0,54	2,11
Conopidae	11,11	4,71	0,44	1,58					4,09	0,38	0,09	0,34	2,82	0,21	0,49	0,67
Muscidae													1,41	0,1	0,19	0,29
Ceratopogonidae	22,22	8,69	5,87	8,1	22,22	1,97	3,54	4,63	1,36	0,17	0,17	0,28				
<b>Hyménoptères</b>																
Formicidae	11,11	4,71	4,41	5,03	33,33	57,75	7,46	13,04	43,63	67,25	21,36	26,42	26,76	74,63	22,14	26,46

**Tableau XXVII (Suite)**

ITEMS	Classes de tailles en (mm)															
	C1: [48 ; 57[				C2: [57 ; 66[				C3: [66 ; 75[				C4: [75 ; 84[			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>Hemiptères</b>																
Gerridae	11,11	4,71	1,47	2,9					5,45	0,96	0,29	0,73	4,22	0,31	0,35	0,7
Notonectidae	11,11	4,71	4,41	5,03	11,11	0,98	0,37	1,05	3,18	0,34	0,12	0,34	7,04	0,52	0,14	0,57
Veliidae									1,81	0,17	0,33	0,43				
<b>Odonates</b>																
Libellulidae	11,11	4,71	23,21	11,53	33,33	3,93	17,72	12,85	39,09	6,45	20,97	16,77	49,29	6,92	27,41	21,91
Gomphidae	11,11	4,71	3,43	4,43					2,72	0,26	0,21	0,42	2,82	0,21	0,07	0,25
<b>Ephéméroptères</b>																
Caenidae									3,18	0,34	0,31	0,57				
Baetidae									3,18	0,43	0,3	0,56	4,22	0,32	0,14	0,44
Heptageniidae	11,11	4,71	3,43	4,43					2,27	0,21	0,06	0,21	8,45	0,63	0,31	0,94
<b>Trichoptères</b>																
Polycentropodidae	11,11	4,71	4,26	4,93					7,27	0,77	0,27	0,8	7,04	0,63	0,26	0,78
Hydropsychidae	11,11	4,71	4,41	5,03					11,36	1,63	0,99	1,94	9,85	1,05	2,36	2,82
Leptoceridae					44,44	4,91	3,54	6,61	4,09	0,43	0,5	0,81	2,82	0,52	0,55	0,76
Philopotamidae									2,72	0,3	0,13	0,33	1,41	0,1	0,03	0,12
Ecnomidae									5,9	0,55	0,22	0,64				
<b>Lepidoptères</b>																
Pyralidae					11,11	0,98	0,37	1,07								
Crambidae									0,45	0,04	0,02	0,05				

**TableauXXVII (Suite et fin)**

ITEMS	Classes de tailles en (mm)															
	C1: [48 ; 57[				C2: [57 ; 66[				C3: [66 ; 75[				C4: [75 ; 84[			
	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI	%F	%N	%P	MFI
<b>Diploures</b>																
Campeodeidae					11,11	0,98	0,56	1,29	0,45	0,04	0,01	0,04	4,22	0,31	0,08	0,33
<b>Reste d'insectes</b>	33,33	13,05	22,14	19,28	77,78	6,88	47,27	31,65	73,18	7,19	42,42	31,7	78,88	5,97	40,69	32,81
ARACHNIDA																
Arachnidae					11,11	0,98	0,19	0,76	1,36	0,13	0,16	0,26				
HAPLOTAXIDA																
Haplotaxidae									2,27	0,21	0,09	0,25	1,41	0,1	0,03	0,12
MACROPHYTES																
débris végétaux					22,22	1,97	0,56	1,84	15,9	1,55	1,13	2,4	18,31	1,36	0,91	2,36
SEDIMENTS																
Sable	11,11	4,71	11,75	8,25	11,11	0,98	0,18	0,74	10,44	1,12	0,71	1,55	4,22	0,39	0,12	0,41
AUTRES PROIES					11,11	0,98	0,18	0,74	4,09	0,39	1,14	1,28	4,22	0,31	0,2	0,53
INSECTES				91,75				95,92				94,26				96,58
ARACHNIDA								0,76				0,26				
HAPLOTAXIDA												0,25				0,12
MACROPHYTES								1,84				2,4				2,36
SEDIMENTS				8,25				0,74				1,55				0,41
AUTRES PROIES								0,74				1,28				0,53

#### 3.4.2.5. Stratégie alimentaire

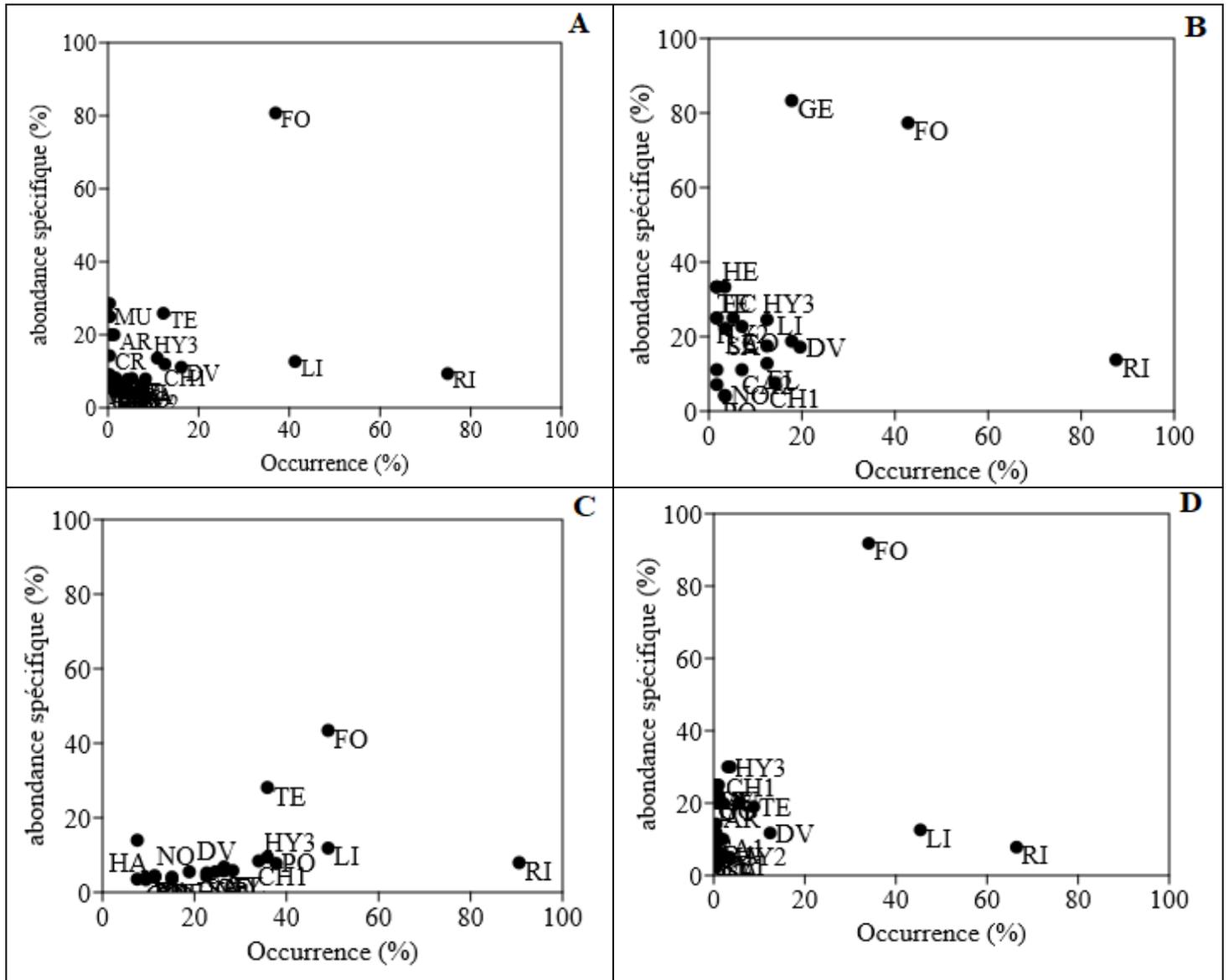
La stratégie alimentaire de *Micralestes eburneensis* dans chaque zone d'étude est présentée par la **figure 41**.

Globalement à l'échelle de toute la zone d'échantillonnage, la stratégie alimentaire est à tendance généraliste avec une spécialisation sur les Insectes de la famille des Formicidae. Plusieurs individus consomment fréquemment et en quantité réduite les restes d'insectes et les Libellulidae (**Figure 41A**).

En zone amont (**Figure 41B**), l'unité alimentaire la plus dominante dans le régime de cette espèce est constituée des Insectes Hyménoptères de la famille des Formicidae (FO). La stratégie alimentaire est généraliste avec une forte tendance à la spécialisation de quelques individus sur les insectes de la famille des Gerridae (GE). Un grand nombre d'individus consomment fréquemment les restes d'insectes (RI). Les autres items sont rares ou consommés accessoirement par quelques individus.

Dans la zone minière (**Figure 41C**), la stratégie alimentaire est une généralisation sur l'ensemble des proies. Les Formicidae et les Termitidae sont les items les plus abondamment consommés. Les Hydropsychidae (HY3), les Chironomidae (CH1), les Polycentropodidae (PO) sont moyennement consommés et en faible quantité par certains individus.

En zone aval (**Figure 41D**), la stratégie alimentaire est également généraliste. Toutefois, quelques individus se spécialisent sur les Formicidae. Plusieurs individus consomment en quantité réduite les restes d'insectes et les Libellulidae.



**Figure 41 :** Stratégies alimentaires de *Micralestes eburneensis* en Amont (A), dans la zone minière (B), en Aval (C) et (D) à l'échelle de l'ensemble des zones d'étude du fleuve Cavally (Côte d'Ivoire) selon les diagrammes d'Amundsen *et al.* (1996). Codes des items : Termitidae : TE ; Elmidae : EL ; Hydrochidae : HY1 ; Hydrophilidae : HY2 ; Gyrinidae : GY ; Dytiscidae : DY ; Chironomidae : CH1 ; Conopidae : CO ; Muscidae : MU ; Ceratopogonidae : CE ; Formicidae : Gerridae : GE ; Notonectidae : NO ; Veliidae : VE ; Libellulidae : LI ; Gomphidae : GO ; Caenidae : CA1 ; Baetidae : BA ; Heptageniidae : HE ; Polycentropodidae : PO ; Hydropsychidae : HY3 ; Leptoceridae : LE ; Philopotamidae : PH ; Ecnomidae : EC ; Pyralidae : PY ; Crambidae : CR ; Campodeidae : CA2 ; Reste d'insectes : RI ; Arachnidae : AR ; Haplotaxidae : HA ; Débris végétaux : DV ; Sable : SA ; Autres proies : AU.

### 3.4.3. Discussion

La taille maximale de *Micralestes eburneensis* (LS = 82 mm) dans la présente étude est inférieure à celle (LS = 89 mm) observée par Ibala & Vreven (2008). Cette différence pourrait s'expliquer par les mauvaises conditions environnementales dans laquelle se trouve l'espèce dans notre zone d'étude.

Concernant la structure en taille, les échantillons de poissons qui font l'objet de la présente étude ont une distribution unimodale. Les individus de tailles supérieur ou égale à 66 mm et inférieur à 75 mm ont été les plus abondants. Ce groupe pourrait respectivement correspondre aux juvéniles et aux adultes. Dans cette étude, Toutes les régressions entre le poids et la longueur standard sont hautement significatives  $0,66 < r^2 < 0,88$ . Ce qui signifie que l'augmentation de longueur induit une augmentation en poids. Ainsi, le poisson croît aussi bien en longueur qu'en poids (Ikomi & Sikoki, 2001 ; Ahouansou, 2011).

La prépondérance de la vitesse de croissance de la longueur par rapport au poids ou celle du poids par rapport à la longueur chez les poissons est évaluée par le coefficient  $b$  dont la valeur varie entre 2 et 4 selon Offem et al. (2009). Dans cette étude, les valeurs du coefficient d'allométrie  $b$  de la relation longueur-poids *Micralestes eburneensis* (2,42 - 2,81) sont comprises dans cette gamme. L'analyse du coefficient  $b$  a révélé une croissance de type allométrique négative pour *Micralestes eburneensis*. Ainsi la prise de poids est moins rapide que la croissance en longueur pour cette espèce dans notre zone d'étude.

L'analyse spatiale du facteur de condition a révélé des différences significatives entre la zone minière et les deux autres zones. Ces différences seraient en rapport avec les conditions du milieu et l'état physiologique des poissons. En effet, plusieurs travaux ont montré que le coefficient de condition peut être influencé par un certain nombre de facteurs tels que le stress, le sexe, l'âge, le stade de maturité des gonades, la saison, la disponibilité des aliments, et d'autres paramètres de qualité de l'eau (Anibaze, 2000 ; Morato *et al.*, 2001 ; Khallaf *et al.*, 2003 ; Khemiri & Gaamour, 2009). Les faibles valeurs du facteur de condition ont été enregistrées lors de la saison sèche dans les trois secteurs. Cette période coïncident avec la saison d'étiage du fleuve. Les faibles valeurs observées seraient dues à la disponibilité des aliments et d'autres paramètres de la qualité de l'eau. En revanche, les valeurs élevées du facteur de condition ont été enregistrées pendant la saison des pluies. Cette observation s'expliquerait par une plus grande disponibilité de ressources alimentaires pendant la saison des pluies.

Les travaux antérieurs sur la morphologie du tube digestif des poissons ont montré que l'intestin est généralement plus long chez les espèces ayant un estomac peu développé (Verighina, 1990 ; Kouamélan *et al.*, 1997). Cette longueur du tube digestif reflète généralement une base alimentaire spécifique (Paugy, 1994). Elle est fonction du régime alimentaire et de la digestibilité des proies (Sturmbauer *et al.*, 1992 ; Koné *et al.*, 2007 ; Berté *et al.*, 2008). En général, l'intestin est court chez les espèces carnivores et long chez les herbivores car les proies d'origine animale se digèrent plus rapidement que les proies végétales (Lagler *et al.*, 1962 ; Kapoor *et al.*, 1975). *Micralestes eburneensis* a un estomac peu développé et un intestin relativement court avec un Coefficient intestinal qui varie entre 0,39 et 0,95 pour une moyenne de  $0,58 \pm 0,06$ . Comparativement aux travaux de Fryer & Iles (1972), Paugy (1994) et de Kouamélan *et al.* (1997), *Micralestes eburneensis* apparaît de toute évidence, sur la base des coefficients intestinaux trouvés, comme une espèce invertivore.

Dans le milieu naturel, la disponibilité de la nourriture est l'un des facteurs environnementaux les plus importants qui affecte la survie des animaux (Millot & Bégout, 2009). L'espèce, *Micralestes eburneensis* que nous avons étudiée est insectivore. Les insectes sont des proies préférentielles dans les trois zones. Les autres items proies que sont les Arachnidae, les Haplotaxidae, les Macrophytes, les Sédiments et les autres proies sont consommés accessoirement. L'indice de vacuité général (CV=13,46%) présente une valeur peu élevée traduisant une activité trophique très intense dans le Cavally. Avec 33 catégories alimentaires observées dans les contenus stomacaux, le spectre alimentaire de *Micralestes eburneensis* paraît bien large ; constitué principalement d'insectes (MFI > 90%).

L'activité nutritionnelle estimée à partir de l'indice d'aliment principal (MFI), la fréquence d'occurrence, l'abondance numérique et pondérale des proies a montré que les valeurs de MFI sont plus importantes en saison pluvieuse pour les grands groupes taxonomiques en amont. Cette tendance s'expliquerait par une activité alimentaire plus importante durant la saison des pluies chez *Micralestes eburneensis* dans cette zone. Selon Sánchez-Vázquez *et al.* (1994) et Konan (2014), le rythme alimentaire d'un poisson connaît des variations en fonction des variations journalières et saisonnières de la disponibilité des ressources nutritionnel dans le milieu naturel. Plusieurs travaux (Yao, 2006 ; Boussou, 2013 ; Castillo-Rivera, 2013 et Konan, 2014) ont ainsi signalé une augmentation du rythme de l'activité trophique durant les saisons pluvieuses en raison principalement d'une plus grande disponibilité de nourriture à cette période. *Micralestes eburneensis* se nourrit plus intensément dans la zone minière et en aval en saison sèche. Cela pourrait s'expliquer par l'accessibilité aux ressources. Selon Lévêque

(2006), les apports allochtones (retombées de feuilles, d'insectes terrestres) constitue la base de chaîne trophique. Aussi, l'existence de bois morts dans le lit constituant un refuge des invertébrés, semblerait rendre ce type d'habitat plus propice à l'alimentation de *Micralestes eburneensis*. Mais le profil qualitatif du régime alimentaire a montré une similarité de la variation spatiotemporelle ( $\alpha \geq 0,6$ ) du régime de *Micralestes eburneensis*. Ainsi la composition de la niche trophique de *Micralestes eburneensis* a varié très peu d'une zone à une autre. Lauzane (1988), indique que le régime alimentaire d'une espèce de poisson africain est sensiblement identique sur toute l'étendue de son aire de répartition.

La présence de sédiment (sable) dans les estomacs des individus de petite taille pourrait probablement résulter de l'avalement des proies du benthos (Boussou, 2013).

En termes de stratégie alimentaire, les résultats obtenus ont montré que cette espèce a une stratégie de type généraliste sur toutes les proies. Mais il existe des intentions spécialistes en amont et en aval par certains individus sur les Formicidae et les Gerridae. Une telle stratégie (généraliste), selon La Mesa *et al.* (2008) et Boussou (2013), limite la compétition intraspécifique sur les ressources alimentaires disponibles. Cette tendance généraliste pourrait permettre la pérennité de cette espèce malgré les activités d'orpaillages intense dans la zone minière.

# **CONCLUSION**

Ce travail est une contribution à la connaissance de la biodiversité de l'ichtyofaune du bassin du Cavally en Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest) dans un environnement d'orpaillage. Aussi, ont été abordés la structure du peuplement et son évolution spatio-temporelle, l'évaluation de la qualité écologique du fleuve et l'écologie trophiques de l'espèce endémique *Micralestes eburneensis* à statut particulier de conservation.

Au total, 75 espèces de poissons appartenant à 19 familles et 08 ordres ont été observées dans le fleuve Cavally au cours de notre campagne. En tenant compte du nombre d'espèces, l'ordre le mieux représenté est celui des Perciformes. De même, la famille la plus diversifiée est celle des Cichlidae. Ce peuplement renferme quatre espèces à affinité marine et/ou estuarienne (*Pellonula leonensis*, *Pellonula vorax*, *Sarotherodon melanotheron* et *Coptodon guineensis*) et deux espèces introduites en Côte d'Ivoire (*Oreochromis niloticus* et *Heterotis niloticus*). Les espèces : *Micralestes eburneensis*, *Coptodon walteri*, *Chrysichthys teugelsi* et *Chromidotilapia cavalliensis*, espèces endémiques au bassin du Cavally, ont été échantillonnées. La distribution des espèces de poissons a montré une faible richesse spécifique dans la zone minière. Aucune espèce n'est apparue spécifique à cette zone. La faible richesse spécifique observée au niveau de la zone minière reste invariable quel que soit la saison. Sur la base des occurrences, la zone minière s'est révélée avec le pourcentage le plus élevé d'espèces accidentelles et le pourcentage le plus faible d'espèces constantes. L'ordre des Characiformes et celui des Siluriformes ont présenté les plus grands pourcentages numériques. La famille des Alestidae a été la plus représentée des captures avec une dominance de *Micralestes eburneensis*.

Concernant l'évaluation de la qualité écologique, l'analyse des paramètres physico-chimiques du fleuve Cavally a montré que la température des zones prospectées est faible et varie peu. Selon cette étude, les eaux du fleuve Cavally dans leur ensemble sont d'une faible alcalinité. Cependant, la zone minière et la zone en aval se sont révélées légèrement acides en saison sèche. Une conductivité élevée est obtenue en zone minière et en aval marquées par une faible transparence et un faible taux d'oxygène dissous.

Concernant les sels nutritifs, les valeurs de nitrate et d'orthophosphate enregistrées au cours de ce travail sont faibles. Les valeurs de mercure (Hg) et d'arsenic sont relativement élevées dans cette étude sur le fleuve Cavally. Pour les cyanures totaux, les valeurs enregistrées dans le Cavally sont apparues inférieures au seuil de détection. Des traces de mercure et d'arsenic ont été observées dans les muscles des poissons. Au niveau saisonnier, la saison sèche est marquée

par un déséquilibre des paramètres physicochimiques et hydromorphologiques qui influence de façon négative la diversité de l'ichtyofaune.

Les indices de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) indique que le peuplement ichthyologique du Cavally dans notre zone d'étude présente une stabilité et une bonne organisation. Cependant, la zone minière (H'= 2,97 ; E= 0,52) s'avère moins stable que la zone en amont et la zone en aval. Aucune espèce ne s'est révélée significativement indicatrice pour la zone minière.

Les données sur le statut de conservation et la vulnérabilité à la pression de pêche de la communauté des poissons ont révélé que la majorité des espèces de poissons sont classés comme espèce de préoccupation mineure (71,62 %). Cependant, douze des espèces rencontrées figurent sur la liste rouge de l'UICN et présentent un intérêt pour la conservation.

S'agissant de la vulnérabilité, les catégories «Faible» et «Modérée» ont dominées le peuplement. L'espèce *Heterobranchus longifilis* avec vulnérabilité élevée à très élevée a été rencontré.

Pour l'écologie alimentaire de l'espèce endémique *Micralestes eburneensis*, l'analyse des relations longueur-poids indiquent que cette espèce croit plus en longueur qu'en poids dans le fleuve Cavally. Dans la zone minière, cette espèce a présenté un meilleur embonpoint que les deux autres zones. Au niveau du régime alimentaire, les données d'études ont montré que *Micralestes eburneensis* a un spectre alimentaire très large. Ces proies sont constituées d'Insectes, d'Arachnidae, d'Haplotaxida, de Macrophytes, de Sédiments et d'autres proies. Ce poisson est donc un invertivore à tendance insectivore. Des variations importantes du régime alimentaire ont été notées en fonction de la taille des poissons, mais surtout en fonction de la saison climatique. Mais le profil qualitatif du régime alimentaire a montré une similarité de la variation spatiotemporelle du régime de *Micralestes eburneensis*. En termes de stratégie alimentaire, l'espèce est de type généraliste sur toutes les proies. Mais, il existe des intentions spécialistes en amont et en aval par certains individus. Cette tendance généraliste limite la compétition intraspécifique sur les ressources alimentaires disponibles permettant l'établissement de cette espèce malgré les activités d'orpaillage intense dans la zone minière.

L'activité d'orpaillage est très préjudiciable pour l'environnement. Pour ce fait, il faudrait :

- ❖ Favoriser les partenariats entre les sociétés d'exploitation minière et les universités publiques pour un meilleur suivi de l'environnement subjacent leur exploitation.

- ❖ Interdire l'orpaillage traditionnel dans le lit du fleuve Cavally et à proximité du fleuve.
- ❖ Créer des emplois à la mine d'or d'Ity pour les jeunes des villages riverains.
- ❖ Sensibiliser les populations riveraines sur l'importance d'une gestion durable des écosystèmes aquatiques et la préservation de l'environnement.
- ❖ Développer des projets communautaires selon les besoins des populations pour les éloigner de l'orpaillage.
- ❖ Envisager une surveillance sanitaire et environnementale, renforcées et permanente pour la sécurité sanitaire des populations.

Plusieurs affluents et ruisseaux pouvant abriter de nombreuses espèces non encore signalées n'ont pas été visités dans notre étude. Il serait donc judicieux de poursuivre l'inventaire entrepris. Aussi, serait-il important de faire un suivi permanent de la faune aquatique en raison des projets d'aménagements en cours sur le fleuve Cavally pour l'exploitation des nouveaux gisements. En outre, des échantillonnages mensuels et à long terme dans le fleuve Cavally permettraient de coupler à l'étude du régime alimentaire entrepris, celle de la reproduction de certaines espèces. Ceci permettrait d'envisager des essais d'élevage pour certaines d'entre elles. Aussi, il serait important de réaliser des études sur l'ichtyopathologie due à l'orpaillage.

# **REFERENCES**

- Abouta B.R.D. (2012). Développement d'un indice d'intégrité biotique piscicole pour la préservation de la biodiversité du fleuve Bandama. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 227 p.
- Abouta B.R.D., Kouamélan E.P. & N'Douba V. (2012). Development of a fish-based index of biotic integrity (FIBI) to assess the quality of Bandama River in Côte d'Ivoire. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 404 (8): 1-19.
- Adja M.G., Jourda J. P. R., Ta M. Y., Kouamé K., Kouamé K. J., Kouamé K. F., Saley M. B., Djé K. B. & Biemi J. (2009 a). Diagnostic à la mi-saison sèche de l'état hydrique du bassin-versant de la Bagoé (milieu soudano-sahélien de Côte d'Ivoire) à l'aide d'images ETM + de Landsat. *Sécheresse*, 20 (3): 253-261.
- Adja M.G., Jourda J. P. R., Kouamé K. J., Dibi B., Kouamé K. F., Saley M. B. & Biemi J. (2009 b). Cartographie quantitative de la dynamique de l'assèchement des cours d'eau du bassin versant de la Bagoé par analyse diachronique d'images ETM + de Landsat (Milieu Soudano-Sahélien de Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 27 (3): 417-425.
- Ahouansou M.S. (2011). Diversité et Exploitation des poissons de la rivière Pendjari (Bénin, Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Agromonomiques, Université d'Abomey-Calavi, (Abomey-Calavi, Bénin), 234 p.
- Aït Boughrou A. (2007). Biodiversité, écologie et qualité des eaux souterraines de deux régions arides du Maroc : le Tafilalet et la région de Marrakech. Thèse de Doctorat, Université Cadi Ayyad (Maroc), 207 p.
- Alexeevsky N.I., Chalov R. S., Berkovich K. M. & Chalov S. R. (2013). Channel changes in largest Russian rivers: natural and anthropogenic effects. *International Journal of River Basin Management* 11 (2): 175-191.
- Alhousseini S. (2002). Le poisson, une nouvelle ressource au barrage de Manantali. In: *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales*. Orange D., Arfi R., Kuper M., Morand P. & Poncet Y. (Eds). Éditions IRD, Paris : 501-513.
- Aliaume C., Lasserre G. & Louis M. (1990). Organisation spatiale des peuplements ichtyologiques des herbiers à Thalassia du Grand Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe. *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 23 (3) : 231-250.

- Aliko N.G. (2012). Peuplement ichtyologique du lac de barrage de Taabo (bassin du Bandama, Côte d'Ivoire) : diversité taxonomique, structure des populations et production exploitée. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 174 p.
- Aliko N.G., Asseman N.E., Boussou K.C. & Konan K.F. (2015). Some Biological Characteristics of Ten Fish Species in a Tropical Man-made Lake, Taabo Reservoir, West Africa. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 14(3): 27-34.
- Amanieu M. & Lassère G. (1982). Organisation et évolution des peuplements lagunaires. *Oceanologica Acta*, N° SP: 201-213.
- Amundsen P.A., Gabler H.M. & Staldvik F.J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, 48 (4): 607-614.
- Anderson O.R. & Neumann R.M. (1996). Length, weight and associated structural indices. *In: Fisheries techniques*. Nielsen L.A. & Johnson D.L. (Eds.). *American Fisher Society*, Bethesda: 447-482.
- Anene A. (2005). Condition factor of four cichlid species of a man-made lake in Imo state, South Eastern Nigeria. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 5: 43-47.
- Angermeier P.L. & Karr J.R. (1983). Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*, 9: 117-135.
- Anibaze C.I.P. (2000). Length-weight relationship and relative condition of *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes) from Idodo River, Nigeria. *Naga. The ICLARM Quart*, (23): 34-35.
- Anonyme (2017). Ruée vers l'or en Côte d'Ivoire: des villageois privés d'eau potable accusent les orpailleurs. Les observateurs – France24. Consulté le 05-08-2019. (<https://observers.france24.com/fr/20170307-ruée-vers-or-civ-villageois-privés-eau-potable-accusent-orpailleurs-ghana>).
- Arab A., Lek S., Lounaci A. & Park Y.S. (2004). Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 40: 317-327.

- Assi S.R., Konan K.F., Kouamé K.M., Boussou K.C., Aliko N.G., Gourène G. (2019). Diversity and trophic guilds structure of fish assemblages from Aghien Lagoon (Côte d'Ivoire). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, Bioflux* 12 (3): 977-988.
- Bachmann R.W., Jones B.R., Fox D.D., Hoyer M., Bull L.A. & Canfield Jr. D.E. (1996). Relations between trophic state indicators and fish in Florida (U.S.A.) lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 842-855.
- Balvay G. (1985). Structure et fonctionnement du réseau trophique dans les retenues artificielles. *In: Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles*. Gerdeaux D. & Billard R. (Eds). INRA, Paris: 39-66.
- Barendregt A. & Bio A.M.F. (2003). Relevant variables to predict macrophyte communities in running waters. *Ecological Modelling*, 160: 205-217.
- Bengen D., Lim P. & Beland A. (1992). Qualité des eaux de trois bras morts de la Garonne: variabilité spatio-temporelle. *Revue des Sciences de l'Eau*, 5: 131-156.
- Benhamed I. (2016). Contribution à l'évaluation de la pollution métallique chez un crustacé du littoral de Tlemcen. Mémoire de Master en Science des aliments, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen (Tlemcen, Algérie), 82 p.
- Berté S., Kouamélan E.P., Ouattara N.I, Koné T., N'douba V & Kouassi N.J. (2008). Régime alimentaire de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin Ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 5(2): 167-176.
- Bertrin V., Vandenhende M., Laplace-Treyture C. & Dutartre A. (2009). Diagnostic écologique des milieux aquatiques du Palus de Molua : Projet de Réserve Naturelle Nationale des dunes et marais d'Hourtin. Cemagref de Bordeaux, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux. Rapport final, 98 p.
- Bjordal A. (2005). Le recours aux mesures techniques dans la pêche responsable : réglementation des engins. *In : Guide du gestionnaire des pêcheries*. Cochrane K.L (Eds). Document technique sur les pêches, Rome (Italie) : 21-46.
- Blondel J. (1979). Biogéographie et écologie. Masson, Paris, 173 p.
- Borcard D. (2011). La corrélation. Bio-2042. Département de sciences biologiques, Université de Montréal, Canada, 9 p.

- Boussou K.C. (2013). Variations morphométriques, biologie et écologie du Cichlidae *Chromidotilapia guntheri* (Sauvage, 1882) dans des hydrosystèmes de l'Est et du Sud de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 161 p.
- Braga F.M.S. (1999). O grau de preferência alimentar: um método qualitativo e quantitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes. *Acta Scientiarum, Maringá*, 21(2) : 291-295.
- Brodie B.W. (2010). Occurrence, vulnérabilité à la pêche et fonction écologique des coraux, des éponges et des griffons hydrothermaux dans les eaux canadiennes. Secrétariat canadien de consultation scientifique / Région de la capitale nationale / Pêches et Océans, Ontario K1A 0E6, 56 p.
- Brou L.A. (2019). Modélisation de la dynamique hydrologique du fleuve Cavally sous influence de fortes pressions anthropiques dans la zone de Zouan – hounien (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 178 p.
- Brou L.A., Kouassi K.L., Konan K.S., Kouadio Z.A., Konan K.F. & Kamagaté B. (2017). Rain-flow modeling using a multi-layer artificial neural network on the watershed of the Cavally River (Côte d'Ivoire). *Journal of Water Resource and Protection*, 9(12): 1403-1413.
- Brummett R.E., Lazard J. & Moehl J. (2008). African aquaculture: Realizing the potential. *Food Policy*, 33: 371-385.
- Butchart S.H.M., Stattersfield A.J., Bennun L.A., Shutes S.M., Akçakaya H.R., Baillie J.E.M., Stuart S.N., Hilton-Taylor C. & Mace G.M. (2004). Measuring global trends in the status of biodiversity: Red List Indices for birds. *PLoS Biology*, 2: 383.
- Butchart S.H.M., Akçakaya H.R., Chanson J., Baillie J.E., Collen B., Quader S., Turner W.R., Amin R., Stuart S.N. & Hilton-Taylor C. (2007). Improvements to the Red List Index. *PLoS ONE*, 2(1): 140 p.
- Castillo-Rivera M. (2013). Influence of rainfall pattern in the seasonal variation of fish abundance in a tropical estuary with restricted marine communication. *Journal of Water Resource and Protection*, 5: 311-319.
- Cézilly F., Brun B. & Hafner H. (1991). Foraging and fitness. *Acta oecologica*. 12: 683-696.

- Charnov E.L. (1976). Optimal Foraging, The marginal value theorem, Canada. *Theoretical population biology*, 9: 129-136.
- Cheung W.W.L., Pitcher T.J. & Pauly D. (2005). A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. *Biological Conservation*, 124: 97-111.
- Chikou A. (2006). Etude de la démographie et de l'exploitation halieutique de six espèces de poissons-chats (Teleostei, Siluriformes) dans le delta de l'Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université de Liège (Belgique), 241p.
- CITES (2017). Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild fauna and flora, CITES). <https://www.cites.org>. (Consulté le 13-04-2017).
- Cooper S., Diehl S., Kratz K. & Sarnelle O. (1998). Implications of scale for patterns and processes in stream ecology. *Australian journal of Ecology*, 23: 27-40.
- Costello M.J. (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. Southampton. *Journal of Fish Biology*, 36: 261-263.
- Coulibaly N.D. (2003). Relation taille-poids de 11 espèces de poissons du Burkina Faso. In Palomares M. L. D., Samb B., Diouf T., Vakily J. M. & Pauly D. (eds): Fish Biodiversity: Local Studies as Basis for Global Inferences; (ACP-EU) *Fisheries Research Initiative*, 14: 20-22.
- Cowx I. G. & Collares-pereira M.J. (2002). Freshwater fish conservation: options for the future. In: Conservation of freshwater fishes: options for the future. Collares-pereira M.J., Cowx I.G. & Coehlo M.M. (Eds). Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford: 443-452.
- CRE (2009a). L'oxygène dissous. Fiche thématique. Conseil Régional de l'Environnement des Laurentides, 4 p.
- CRE (2009b). La conductivité. Fiche thématique. Conseil régional de l'environnement des Laurentides, 3p.
- Cumberlidge N. & Huguet D. (2003). Les crustacés décapodes du Nimba et de sa région. In : Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). Lamotte P. & Roy R. (Eds). Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 190 : 211-229.

- Da costa K.S. (2003). Structure des peuplements, déterminisme de la diversité spécifique de l'ichtyofaune et pratique durable de la pêche dans quelques hydrosystèmes africains : Cas des bassins Agnébi et Bia et de 13 petits barrages du nord de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire). 339 p.
- Da Costa S.K., Gourène G., Tito De Morais L. & Thys van den Audenaerde D.F.E. (2000). Caractérisation des peuplements ichtyologiques de deux fleuves côtiers ouest africains soumis à des aménagements hydro-agricoles et hydroélectriques. *Vie et Milieu*, 150(2) : 65-77.
- Da Fonseca C. (1968). Théorie de l'information et diversité spécifique. *Bulletin du Musée National d'Histoire Paris*, 2<sup>ème</sup> série, 38 : 961-968.
- Daget J. & Iltis A. (1965). Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). *Mémoire de l'Institut Français de l'Afrique Noire*, 74: 385 p.
- Daget J. (1979). Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'écologie. Edition Masson, 172 p.
- Dajoz R. (2000). Précis d'écologie. 7eme Edition. Dunod, Paris, 615 p.
- De Villers J., Squilbin M. & Yourassowsky C. (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, Observatoire des Données de l'Environnement, 16 p.
- Dejoux C., Elouard J.M., Forge P. & Maslin J.L. (1981). Catalogue iconographique des insectes aquatiques de Côte d'Ivoire. Rapport ORSTOM, 42, 178 p.
- Djiriéoulou K.C. (2017). Peuplements des crevettes des hydrosystèmes de marais et fluvio-lagunaires du sud-est de la Cote d'Ivoire: diversité, structure et croissance des populations. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 150 p.
- Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lévêque C., Naiman R.J., Prieur-Richard A.H., Soto D. & Stiassny M.L.J. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81: 163-182.

- Dufrêne M. & Legendre P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- Earthworks F.S (2018): Hardrock Mining and Acid Mine Drainage. [http://www.earthworksaction.org/pubs/FS\\_AMD.pdf](http://www.earthworksaction.org/pubs/FS_AMD.pdf)
- Ecofinhebdo (2018). L'orpaillage en Afrique de l'Ouest : des milliards de dollars incontrôlables. Consulté le 12/08/2019. (<https://www.agenceecofin.com/hebdop2/1910-61006-l-orpaillage-en-afrique-de-l-ouest-des-milliards-de-dollars-incontrolables#comments>.)
- Edia O. E. (2008). Diversité taxonomique et structure des peuplements de l'entomofaune des rivières côtières Soumié, Eholié, Ehania, Noé (Sud-est, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 152 p.
- Entsua-Mensah M. (2010). *Schilbe mandibularis*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2, [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Eschmeyer W.N. (ed.), 2019. Catalog of Fishes. California Academy of Sciences (<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version (5/2019).
- Ettien D.Z. (2005). Etude d'évaluation de l'impact des exploitations minières sur l'environnement et les populations en Afrique de l'ouest : cas de la mine d'or d'Ity dans la région semi- montagneuse de l'ouest de la Côte d'Ivoire. Apport du système d'informations géographique (SIG) et de la Télédétection. Thèse de Doctorat, UFR STRM, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 163p.
- Ettien D.Z. (2010). Exploitation industrielle des gisements d'or et dynamique spatiale du terroir d'Ity dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Une étude à base de la télédétection, *Revue de Géographie du laboratoire Leïdi*, N°08, Déc. : 169-183.
- Fadika V. (2013). Variabilité hydroclimatique et modélisation hydrologique de quelques bassins versants côtiers du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nandjui-Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 164 p.
- Fricke R., Eschmeyer W.N., van der Laan R., (eds) (2019). Catalog of fishes: genera, species, references. Version électronique

- <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Page consulté le 01/02/2019.
- Froese R. & Pauly D. (Eds.) (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2019). (Consultée le 15 mars 2019).
- Frontier S. (1983). L'échantillonnage de la diversité spécifique. In Stratégie d'échantillonnage en écologie, Frontier et Masson. (Eds). *Collection d'écologie*, Paris, 18 : 494-495.
- Fryer G., & Iles T.D. (1972). The Cichlid fishes of the great lakes of Africa: their biology and evolution. Edinburgh, Scotland: Oliver & Boyd, 641p.
- García-Cagide A. & Claro R. (1983). Datos sobre la reproducción de algunos peces comerciales del Golfo de Batabanó. *Reporte de Investigaciones, Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba*, 12 :1-20.
- García A.M., Geraldi R.M. & Vieira J.P. (2005). Diet composition and feeding strategy of the southern pipefish *Syngnathus folletti* in a Widgeon grass bed of the Patos Lagoon Estuary, RS Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(3): 427-432.
- Gballo B.M.B. (2019). Diversité et statut de conservation de l'ichtyofaune du lac de Buyo à Guessabo (Bassin du fleuve Sassandra) au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master de Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes Option : Gestion et Conservation de la faune sauvage, Université Jean Lorougnon Guedé (Daloa, Côte d'Ivoire), 47 p.
- Girard G., Sircoulon J. & Touchebeuf P. (1967). Aperçu sur les régimes hydrologiques, 2: 129 - 155.
- Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet L. J., AVENARD M. J., Eldln M., Adjanohoun E. & Perraud A. (1971).- Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM, Paris, France, 50 : 401 p.
- Gordon N.D., McMahon T.A. & Finlayson B.L. (1994). Stream Hydrology, an Introduction for Ecologists. Wiley & Sons, New York, 526 p.
- Gooré Bi G. (1998). Contribution à l'étude des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire: systématique, biologie et analyse socio-économique de la pêche de *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1857) et de *M. macrobrachion* (Herklots 1851) (Crustacea

- Decapoda, Palaemonidae) du bassin de la Bia. Thèse de Doctorat 3e cycle, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 145 p.
- Gourène G., Ouattara A. & Mosepele B. (2005). Évaluation rapide de l'ichtyofaune et de paramètres physico-chimiques des hydro-systèmes des Forêts classées de la Haute Dodo et du Cavally. *In* : Une évaluation biologique de deux forêts classées du sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Alonso L.E., Lauginie F., Rondeau G. (Eds). Conservation international, Washington: 50-56.
- Gourène G., Teugels G.G., Hugueny B. & Thys Van Den Audenaerde D.F.E. (1999). Evaluation de la diversité ichtyologique d'un bassin ouest africain après la construction d'un barrage. *Cybium*, 23 (2): 147-160.
- Gray A.E., Mulligan T.J. & Hannah R.W. (1997). Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49: 227-238.
- Groleau A., Harrault L., Viollier E., Gaillard A., Pepe M. & Benedetti M. (2008). Variabilité temporelle du pH et du système CO<sub>2</sub> carbonate dans la Seine à Paris. Rapport annuel du PIREN-Seine, 17 p.
- 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.
- Hill M. O. (1973). Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427 - 432.
- Howard A.A. (1967). Drainage analysis in interpretation; a summation. *Bull. American Association of Petrologie Geologie*. 51 (11): 2246-2259.
- Howes G.J. & Teugels G.G. (1989). New bariliin cyprinid fishes from West Africa, with a consideration of their biogeography. *Journal of Natural History*, 23 : 873-902.
- Huang J.Y. C. & Wosniak D.J. (1981). Nitrogen transformation in streams. *The Journal of Environmental Sciences*: 41-45.
- Hugueny B. (1989). West African rivers as biogeographic islands Species richness of fish communities. *Oecologia*, 79 : 236-243.

- Hugueny B. (1990). Biogéographie et structure des peuplements de poissons dans le Niadian (Haut Niger, Afrique) en fonction de la taille de la rivière et de la diversité du milieu. *Revue Hydrobiologie Tropicale*, 23(4): 351-364
- Hugueny B. & Lévêque C. (1999). Richesse en espèce des peuplements de poissons. In: Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme. Lévêque C. & Paugy D. (Eds.). Edition IRD, Paris : 237-249.
- Hureau J.C. (1970). Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, 68 (1391): 1-224
- Hynes B.N. (1950). The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36-58
- Hyslop E.J. (1980). Stomach contents analysis. A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology.*, 17: 411-429.
- Ibala Z.A. & Vreven E. (2008). *Rhabdalestes vokai* (Characiformes : Alestidae), a new species from the Léfini and Sangha River bassins (Congo River basin). *African Ichthyological Explorer Freshwater*, 19 (4) : 377-384
- Ibarra A.A. (2004). Les peuplements de poissons comme outil pour la gestion de la qualité environnementale du réseau hydrographique de la Garonne. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse (Toulouse, France), 133 p
- IBGE (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement. Observatoire des Données de l'Environnement, 16 p.
- Ikomi R.B. & Sikoki F.D. (2001). Studies on the distribution, abundance, growth pattern and dietary habits of *Brycinus nurse* Ruppel, 1832 (Osteichthyes: Characidae) in the River Jamieson, Nigeria. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 31(1): 27-44
- Iltis A. & Lévêque C. (1982). Caractéristiques physico-chimiques des rivières de Côte d'Ivoire. *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 15 (2): 115-130.
- Irz P., Laurent A., Messad S., Pronier O. & Argillier C. (2002). Influence of site characteristics on fish community patterns in French reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish*, 11: 123-136.

- Jackson P.N.B., Marshall B.E. & Paugy D. (1988). Fish communities in man-made lakes. *In: Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains*. Lévêque C., Bruton M. N. & Ssentongo G. W. (Eds). Edition ORSTOM, Paris: 325-350.
- Kamelan T.M. (2014). Peuplement ichtyologique de quelques hydrosystèmes de l'espace Taï (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 277 p.
- Kantoussan J. (2007). Impacts de la pression de pêche sur l'organisation des peuplements de poissons : Application aux retenues artificielles de Sélingué et de Manantali, Mali, Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat, Université Agrocampus Rennes, (Renne, France), 170 p.
- Kapoor B.G., Smith H., & Verighina I.A. (1975). The alimentary canal and digestion in teleosts. *In: Advances in Marine Biology*. Russel F.S. & Yonge M. (Eds). England: Academic Press: 109-239.
- Khallaf E., Galal M. & Athuman M. (2003). The biology of *Oreochromis niloticus* in a polluted canal. *Ecotoxicology*, 12 : 405-416.
- Khemiri S. & Gaamour A. (2009). Relation taille-masse, condition relative et cycle sexuel des anchois et des sardines des côtes tunisiennes. *Bulletin Institut National des Sciences et Techniques de la Mer*, 36: 45-57.
- Konan K.F. (2008). Composition, structure et déterminisme de la diversité ichtyologique des rivières côtières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Soumié - Eholié - Ehania - Noé). Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 143 p.
- Konan K.F., Ahon D.B., Tra B.C., Bohoussou K.H., Boussou K.C., Assemian N.E. & Bony Y.K. (2018). Projet de construction d'une centrale thermique super critique à charbon (broto- ipp) à San-pedro. Rapport préliminaire Volet faunes terrestre et eau, San-pedro, 177 p.
- Konan K.F., Bony K.Y., Adon M.P. & Potgieter J. (2015b). Hydrobiological study of the Bandama Basin in Yaoure Gold Project's area of influence (Yaoure Gold Project, Côte d'Ivoire). Rapport d'étude - Amara Mining Côte d'Ivoire SARL, Cabinet AMEC Foster Wheeler, Cabinet 2D Consulting Afrique, 99p.
- Konan K.F., Leprieur F., Brosse S., Grenouillet G., Gourène G., Winterton P. & Lek S. (2006). Spatio- temporal patterns of fish assemblages in coastal West African rivers: a Self – Organizing Map approach. *Aquatic Living Resources*, 19: 361-370

- Konan K.F., Niamien-ebrottie E.J., Bony Y.K. & Assemian G.N. (2015a). Etude hydrobiologique du fleuve Cavally dans la zone d'influence de la SMI. Rapport d'étude – SMI-ENDEAVOR MINING / Cabinet 2D Consulting Afrique, 59 p.
- Konan K.F., Ouattara A., Ouattara M. & Gourène G., 2007. Weight-length relationship of 57 fish species. *Ribarstvo*, 65(2): 49-60.
- Konan Y.A. (2014). Diversité de l'ichtyofaune et caractéristiques bioécologiques de *Clarias buettikoferi* Steindachner, 1894 et *Thysochromis ansorgii* (Boulenger, 1901) dans la forêt des maris Tanoé-Ehy (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 172 p.
- Koné T. (2000). Régime alimentaire et reproduction d'un *Tilapia* lagunaire (*Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852) dans la rivière Bia et le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Katholieke Universiteit Leuven, (Belgique), 253 p.
- Koné T., Teugels G.G., N'Douba V., Gooré Bi G. & Kouamélan E.P. (2003). Premières données sur l'inventaire et la distribution de l'ichtyofaune d'un petit bassin côtier ouest africain : rivière Gô (Côte d'Ivoire). *Cybium*, 27 : 101-106.
- Koné T., Kouamélan E.P., Ouattara N.I. & Kichouo A.V. (2007). Régime alimentaire de *Pomadasys jubelini* (Pisces, Haemulidae) dans une lagune Ouest africaine (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature* 4(2): 65-73.
- Kouamé K.A. (2010). Diversité biologique et habitudes alimentaires de quelques espèces de poissons dans le cours inférieur du bassin du fleuve Sassandra (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Cocody-Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 219 p.
- Kouamé K.M., Allassane O., Diétoa Y.M & Gourène G. (2006). Alimentation du Clupeidae *Pellonula leonensis* dans le lac de barrage de Buyo, Côte d'Ivoire. *Cybium*, 30(2) : 145-150.
- Kouamélan E.P. (1999). L'effet du lac de barrage Ayamé (Cote d'Ivoire) sur la distribution et l'écologie alimentaire des poissons Mormyridae (Teleostei, Osteoglossiformes). Thèse de Doctorat. Katholieke Universiteit Leuven (Belgique), 221 p.
- Kouamélan E.P., Gourène G., Teugels G.G., & Thys van den Audenaerde D.F.E. (1997). Diversité morphologique du tube digestif chez 39 espèces de poissons africains et relation avec la classification ichthyologique. *Journal of African Zoology*, 111: 109-119.

- Kouamélan E.P., Teugels G.G., N'Douba V., Gooré Bi G. & Koné T. (2003). Fish diversity and its relationship with environment variables in West African basin. *Hydrobiologia*, 505: 139-146.
- Kouassi K.L., Konan K.F & Konan K.S. (2017). Etat des lieux du fleuve Cavally dans le département de Zouan-Hounien (Ouest Côte d'Ivoire) : Aperçu de la géomorphologie, l'hydrologie, l'hydrochimie et l'hydrobiologie. Rapport d'étude – SMI-ENDEAVOR MINING / UJLOG (Daloa, Côte d'Ivoire), 58p.
- La Mesa M., Borme D., Tirelli V., Poi E.D., Legovini S. & Fonda Umami S., 2008. Feeding ecology of the transparent goby *Aphia minuta* (Pisces: Gobiidae) in the northwestern Adriatic Sea. *Scientia Marina*, 72(1): 99-108.
- Lalèyè P., Chikou A., Philippart J.C., Teugels G.G. & Vanderwalle P. (2004). Étude de la diversité ichthyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybiurn*, 28(4): 329-339.
- Lagler K.F., Bardach J.E. & Miller R.R. (1962). Ichthyology. New York, USA: John Wiley and Sons Inc., 230p.
- Lamoreux J., Akçakaya H.R., Bennun L., Collar N.J., Boitani L., Brackett D., Bräutigam A., Brooks T.M., Da Fonseca G.A.B., Mittermeier R.A., Rylands A.B., Gärdenfors U., Hilton-Taylor C., Mace G., Stein B.A. & Stuart S. (2003). Value of the IUCN Red List. *TREE*, 18: 214-215.
- Lankouandé G.D. & Maradan D. (2013). Coût de l'inaction de la gestion des produits [Rapport final 2013] Projet IPE Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD). Ouagadougou, 48 p.
- Laperche B., Boutiller S., Casadella V., Castilla-ramos B., Ferreira N., Haddad S., Kiambu J., Mandrara E. T., Peaucelle I., Poncet C., Torres- gôngora B. & Zaoual H. (2008). Innovation pour le développement : enjeux globaux. Ed. Karthala, 248 p.
- Lauzanne L. (1975). Régime alimentaire d'*Hydrocyon forskalii* (Pisces, Characidae) dans le lac Tchad et ses tributaires. Cahiers de l'ORSTOM. *Série Hydrobiologique*, 9: 105-121.
- Lauzanne L. (1977). Aspects qualitatifs et quantitatifs de l'alimentation des poissons du Tchad. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 6 et Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris, France), 284 p.

- Lauzanne L. (1988). Les habitudes alimentaires des poissons d'eaux douces africains. *In* : Biologie et Ecologie des poissons d'eaux douces africains. Lévêque C., Bruton M. N. & Ssentongo G. W. (Eds.). Edition ORSTOM, Paris: 221-242.
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., RogerEstrade J., Sarthou J.P. & Trommetter M. (2008). Agriculture et biodiversité / Valoriser les synergies / Expertise scientifique collective / synthèse du rapport / INRA (France), 117 p.
- Lecce S.A. (2013). Stream power, channel change, and channel geometry in the Blue River, Wisconsin. *Physical Geography* 34 (4-05): 293-314
- Lefleuve J.C. (2010). Carrières, biodiversité et fonctionnement des hydrosystèmes. Buchet-Chastel Ecologie, Paris, 381 p.
- Legendre L. & Legendre P. (1984). La structure des données écologiques. Ecologie numérique, Tome 2. Masson, Paris, 335p.
- Legendre P. & Vaudor A. (1991). Le progiciel R. Analyse multidimensionnelle, analyse spatiale. Université de Montréal, 144 p.
- Lemoalle J. (2006). La diversité des milieux aquatiques. *In* : Les poissons des eaux continentales africaines: Diversité, écologie, utilisation par l'homme Lévêque C. & Paugy D. (Eds). IRD. Paris: 11-30.
- Lery S. (2009). Mesures en continu des températures sur quelques rivières des pays de la Loire. Rapport DIREN, 16 p.
- Lévêque C. (1994). Introduction générale: Diversité biologique des poissons africains. *In*: Diversité biologique des Poissons des Eaux douces et saumâtres d'Afrique. Teugels G., G.Guegan J.F. & Albaret J.J. (Eds). *Annales du Musée royal d'Afrique Centrale*, 275: 7-16.
- Lévêque C. (1997). Biodiversity dynamics and conservation: the freshwater fish of tropical Africa. Cambridge University Press, 438 p.
- Lévêque C. (1999). Croissance et ontogénie. *In*: Les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme. Lévêque C. & Paugy D. (Eds). Edition IRD, Paris: 153-166.

- Lévêque C. (2006). Croissance et ontogénie. *In: Les poissons des eaux continentales africaines : diversité, écologie, utilisation par l'homme*. Lévêque C., Paugy D. (Eds.). Edition IRD, Paris: 177-190.
- Lévêque C. & Paugy D. (Eds.) (1999). Les poissons des eaux continentales africaines. *In : Diversité, Ecologie, Utilisation par l'homme*. Edition IRD, Paris: 564 p.
- Lévêque C. & Paugy D. (2006). Impact des activités humaines. *In: Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie, utilisation par l'homme*. Lévêque C., PaugyD. (Eds.). Edition IRD, Paris: 365-383.
- Liechti P. (2010). Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Analyses physicochimiques, nutriments. *L'environnement pratique*: 1005, Office fédéral de l'environnement (Berne), 44 p.
- Lima-Junior S.E. (2000). Dieta e condição de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes : Pimelodidae) nos rios Piracicaba e Mogi-Guaçu, SP. 2000. Dissertação (Mestrado) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 152p.
- Lizama M.A.P. & Ambrósio A.M. (2002). Condition factor in nine species of fish of the Charadidae family in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 62(1): 113-124.
- Mahon R. & Portt C.B. (1985). Local size related segregation of fishes in streams. *Archiv für Hydrobiologie*, 103: 267-271.
- Malavoi (2003). Construction d'une idéologie administrative des ouvrages hydrauliques. Rapport Malavoi- Agence de l'eau Loire-Bretagne, 6 p. Consulté le 12/08/2019. [www.hydrauxois.org/2016/06/le-rapport-malavoi-2003-construction.html](http://www.hydrauxois.org/2016/06/le-rapport-malavoi-2003-construction.html)
- McMahon T.E., Zale A.V. & Orth D.J. (1996). Aquatic habitat measurements. *In: Fisheries Techniques*, Murphy B.R., Willis D.W. (Eds). *American Fisheries Society*, Bethesda, Maryland, USA: 83-120.
- MDDEP & CRE L (Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs et Conseil Régional de l'Environnement des Laurentides). (2007). Protocole de mesure de la transparence de l'eau. Québec, Canada, 6 p.
- Mérona B.DE. (1981). Zonation ichtyologique du bassin Bandama (Cote d'Ivoire). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 14 (1): 63-75.

- Miller R.M., Rodriguez J.P., Aniskowicz-Fowler T., Bambaradeniya C., Boles R., Eaton M.A., Gardenfors U., Keller V., Molur S., Walker S. & Pollock C. (2007). National threatened species listing based on IUCN criteria and regional guidelines: current status and future perspectives. *Conservation Biology*, 21: 684-696.
- Millot S. & Bégout M.L. (2009). Individual fish rhythm directs group feeding: a case study with sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*) under self-demand feeding conditions. *Aquatic Living Resources*, 22: 363-370.
- MME CI (Ministère des Mines et de l'Énergie de Côte d'Ivoire). (2014). [www.fratmat.ci](http://www.fratmat.ci) consulté le 19/ 05/ 2014.
- Moor I.J. & Day J.A. (2002). Guides to the freshwater invertebrates of Southern Africa: Areaneae, Water Mites and Mollusca. WRC Report, 141 p.
- Morato T., Afonso P., Lourinho P., Barreiros J.P., Santos R.S. & Nash R.D.M. (2001). Length-weight relationship for 21 coastal fish species of the Azores, North-Eastern Atlantic. *Fisheries Research*, 50: 297-302.
- Morey G., Moranta J., Massuti E., Grau A., Linde M., Riera F & Morales-Nin B. (2003). Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62(1): 89-96.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier G.C., Da Fonseca G.A.B. & Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 408: 853-858.
- N'da A.S. (2015). Biodiversité, structure du peuplement ichtyologique et relations trophiques d'un bassin du nord de la côte d'ivoire : cas de la rivière bagoé. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 220 p.
- N'diaye A.D., Salem K.M.M. & Kankou M.O.S.O. (2013). Contribution à l'étude de la qualité physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *Larhyss Journal*, 12: 71-83.
- N'diaye B.F. (2016). L'orpillage dans le Niger supérieur au Mali : Entre l'économie et l'environnemental. Editions Universitaires Européennes, 42 p.
- N'douba V. (2000). Biodiversité des monogènes parasites des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire : cas des poissons des rivières Bia et Agnébi. Thèse de Doctorat d'État, Université de Cocody-Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 250 p.

- N'douba V, Kouamelan E.P., Teugels G.G. & Gouré Bi G. (2003). Premières données sur le peuplement ichtyologique de la rivière Niouniourou : petit bassin côtier ouest-africain (Côte d'Ivoire). *Bioterre*, 3(1): 107-116.
- Nahmani J. & Rossi J.P. (2003). Soil macroinvertebrates as indicators of pollution heavy metals. *Comptes rendus biologies*, 326: 295-303.
- Neumann R.M., Guy C.S. & Willis D.W. (1995). Population and size structure of juvenile percichthyid samples collected with various gears from Lake Texoma. *North American Journal of Fisheries Management*, 15: 956-962.
- Niamien-Ebrottié E.J., Konan K.F., Gnagne T., Ouattara A., Ouattara M. & Gourène G. (2008). Etude diagnostique de l'état de pollution du système fluvio-lagunaire Aby - Bia - Tanoé (Sud-Est, Côte d'Ivoire). *Sud Sciences & Technologies*, 16: 5-13.
- Nicolau R. (2005). Caractérisation et quantification des transferts dus aux petites rivières côtières méditerranéennes. Thèse de Doctorat, Université du Sud Toulon Var (France), 143p.
- N'Zi K.G. (2007). Diversité biologique des peuplements de crevettes des eaux douce de Côte d'Ivoire en relation avec les variables environnementales. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 178p.
- Observateur (2017). Pollution/Afrique: ruée vers l'or en Côte d'Ivoire des villages privés d'eau potable accusent les orpailleurs. Consulté le 12/08/2019. (<https://www.france24.com/Observateur-ruée-vers-l-or-en-cote-deivoire-des-villages-privés-d-eau-potable-accusent-les-orpailleurs.html>)
- Offem B.O., Samsons Y.A. & Omoniyi I.T. (2009). Length-weight relationship, condition factor and sex-ratio of forty six important fishes in a tropical flood river. *Recherche Journal of Fisheries and Hydrobiology* 4(2): 65-72.
- OIPR (2015). Rapport de suivi-écologique - phase 10 (novembre 2014- mai 2015)-, Rapport OIPR/UICN, Man, Côte d'Ivoire, 38 p.
- Omernik J.M. & Bailey R.G. (1997). Distinguishing between watersheds and ecoregions. *Journal of the American Water Resources Association*, 33: 935-949.
- OMS (2008). Guidelines for Drinking-water Quality, Third edition, incorporating the first and second Addenda, Recommendations, Geneva, Volume 1, 515 p.

- OMVS (2018). L'orpaillage dans la Falémé : une menace très sérieuse sur les ressources en eau. Soumis par amdiop le jeu, 12/06/2018 - 13:14. Consulté le 05-08-2019. (<http://www.omvs.org/content/1%E2%80%99orpaillage-dans-la-fal%C3%A9m%C3%A9-une-menace-tr%C3%A8s-s%C3%A9rieuse-sur-les-ressources-en-eau>)
- Ouattara M. (2000). Stratégies de reproduction et réactions aux pressions de l'environnement chez le poisson africain *Mormyrops anguilloides* et *Marcusenius ussheri* (Mormyridae), *Schilbe mandibularis* et *Schilbe intermedius* (Schilbeidae) Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 256 p.
- Ouéda A. (2009). Zooplancton et alimentation des poissons des lacs artificiels de Bagré et Loumbila (Burkina Faso). Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou (Ouagadougou, Burkina Faso), 156 p.
- Ouedraogo A.H. (2010). L'impact de l'exploitation artisanale de l'or (orpaillage) sur la santé et l'environnement : Cas de l'utilisation du mercure dans l'exploitation artisanale de l'or et l'évaluation des impacts sur la santé et l'environnement au Burkina Faso. Mediaterrre. Consulté le 05-08-2019. (<https://www.mediaterrre.org/membres/Aboubakar>).
- Papon A. (1973). Géologie et minéralisation du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire : Synthèse des travaux de l'opération SASCA 1962-1968. Mémoire du BRGM, 80,285p.
- Paugy D. (1994). Écologie des poissons tropicaux d'un cours d'eau temporaire (Baoulé, haut bassin du Sénégal au Mali) : adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* 27 (2): 157-172.
- Paugy D., Traoré K. & Diouf P.S. 1994. Faune ichtyologique des poissons des eaux douces d'Afrique de l'ouest. In : Diversité Biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique. Teugels G.G., Guegan J.F. & Albaret J.J. (Eds). Annales du Musée Royal d'Afrique Centrale, 275: 35-47.
- Paugy D., Lévêque C. & Teugels G.G. (2003a). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1. IRD (Paris), MNHN (Paris), MRAC (Tervuren), 457 p.
- Paugy D., Lévêque C. & Teugels G.G. (2003b). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 2. IRD (Paris), MNHN (Paris), MRAC (Tervuren), 815 p.

- Paugy D. & Lévêque C. (2006). Régimes alimentaires et réseaux trophiques. *In*: Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie, utilisation par l'homme. Lévêque C., Paugy D. (Eds.). Edition IRD, Paris: 191-215.
- Postel E. (1973). Cours de théorie des pêches (dynamique des populations exploitées). Université de Rennes, 116 p
- Rios S. L. & Bailey R.C. (2006). Relationship between riparian vegetation and stream benthic communities at three spatial scales. *Hydrobiologia*, 553: 153-160.
- Roamba J. (2014). Risques environnementaux et sanitaires sur les sites d'orpaillage au Burkina Faso : cycle de vie des principaux polluants et perceptions des orpailleurs (cas du site Zougnazagmligne dans la commune rurale de Bouroum, région du centre-nord). Mémoire de Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement option : Eau et Assainissement, 2IE (Ouagadougou, Burkina Fasso), 101p.
- Robert H., MacArthur., Pianka E.R. (1966). On optimal use of patchy environment, New jersey. *The American naturalist*, 100(916) : 603-609
- Roberts T.R. (1975). Geographical distribution of African freshwater fishes. *Zoological Journal of Linnean Society*, (57): 249-319.
- Rodier J., Bazin C., Chanbon P., Broutin J.P., Champsaur H. & Rodi I. (1996). L'Analyse de l'eau : aux Naturelles, Eaux Résiduaire et Eaux de Mer. Dunod, Paris, 1383 p.
- Rodrigues A.S.L., Pilgrim J.D., Lamoreux J.F., Hoffmann M. & Brooks T.M. (2006). The value of the IUCN Red List for conservation. *TREE*, 21: 71-76.
- Rosecchi E. & Nouaze Y. (1987). Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 49 (3-4): 111-123.
- Rosier B., Boillat J-L. & Schleiss A.J. (2010). Semi-empirical model for channel bed evolution due to lateral discharge withdrawal. *Journal of Hydraulic Research* 48 (2): 161-168
- RTI (2015). Côte d'Ivoire: l'orpaillage illicite, un fléau préoccupant. Consulté le 12/08/2019. ([https://www.rti.ci/infos\\_economie\\_8673\\_cote-deivoire-leorpaillage-illicite-un-fleau-preoccupant.html](https://www.rti.ci/infos_economie_8673_cote-deivoire-leorpaillage-illicite-un-fleau-preoccupant.html))
- Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow R., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D., Mooney H.A., Oesterheld

- M., Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M. & Wall D.H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770-1774.
- Sánchez-Vázquez F.J., Martínez M., Zamora S. & Madrid J.A. (1994). Design and performance of an accurate demand feeder for the study of feeding behaviour in sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Physiology & Behavior*, 56: 789-794.
- Sanogo Y., Traoré D., Samaké F. & Koné A. (2012). Les communautés ichtyologiques de la rivière Baoulé dans le bassin du fleuve Niger au Mali. *Tropicultura*, 30(2) :65-71.
- Schlösser I.J. (1991). Stream fish ecology: a landscape perspective. *BioScience*, 41: 704-712.
- Schoener T.W. (1970). Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology*, 51: 408-418.
- Seegert G. (2000). The development, use, and misuse of biocriteria with an emphasis on the index of biotic integrity. *Environmental Science & Policy*, 3 : 51-58
- Sidibé A. (2013). Les ressources halieutiques démersales côtières de la Guinée: exploitation, biologie et dynamique des principales espèces de la communauté à Sciaenidés. Thèse de Doctorat en sciences halieutique, Ensa-Rennes, (Rennes, France), 320 p.
- Siegel & Castellan N.J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, McGraw-Hill, New York, 71 p
- SMI. (2016). *Suivi de l'environnement*. Service environnement, SMI, Abidjan, 5 p.
- Sonnenberg R. & Busch E. (2009). Description of a new genus and two new species of killifish (Cyprinodontiformes: Nothobranchiidae) from West Africa, with a discussion of the taxonomic status of *Aphyosemion maeseni* Poll, 1941. *Zootaxa*, 2294: 1-22.
- Sturges H. (1926). The choice of a class-interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153): 65-66.
- Sturmbauer C., Mark W., & Dallinger R. (1992). Ecophysiology of aufwuchs-eating cichlids in Lake Tanganyika: niche separation by trophic specialization. *Environmental Biology of Fishes*, 35: 283-290.
- Tachet H., Richoux P., Michel B. & Polatera P.U. (2003). *Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie, écologie*. Paris, CNRS, 587 p.

- Tarras-Wahlberg N H; Flachier A; Lane S N; Sangfors D. (2001). Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: The Puyango River basin, southern Ecuador. *Sci Total Environ*, 278: 239-261.
- Ter Braak C.J.F. (1988). Partial canonical correspondence analysis. *In: Classification and related method of data analysis*. Book H.H. (Ed). Amsterdam, North Holland: 551-558.
- 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). Biometris, Wageningen.
- Teugels G.G., Lévêque C., Paugy D. & Traoré K. (1988). État des connaissances sur la faune ichtyologique des bassins côtiers de Côte d'Ivoire et de l'Ouest du Ghana. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 21: 221-237.
- Thiennemann A. (1954). Ein drittes Biozonotisches Grundprinzip. *Archiv für Hydrobiologie*, 49(3): 421-422
- Thomassin J & Touzé S. (2003). Le mercure et ses composés. Comportement dans les sols, les eaux et les boues de sédiments. BRGM/RP-51890-FR, 119 p.
- UICN (2016). IUCN Red list of threatened species. Union Internationale de la Conservation de la Nature (IUCN). Version 2016.1. <http://www.iucnredlist.org>. (Consultée le 13 avril 2017).
- UICN (2018). IUCN Red list of threatened species. Union Internationale de la Conservation de la Nature (IUCN). Version 2018-2. <http://www.iucnredlist.org>. (Consulté le 16 mars 2018).
- UICN. (2019). IUCN Red list of threatened species. Union Internationale de la Conservation de la Nature (IUCN). Version 2019.1. <http://www.iucnredlist.org>. (Consultée le 12 -05-2019).
- Ugwumba A. A. A. (1992). The food and feeding habits of *Heterotis niloticus* (Teleostei: Osteoglossidae) in a tropical man-made lake in Ibadan, Nigeria. *Journal of African Zoology*, 106: 113-123.
- Verighina I.A. (1990). Basic adaptations of the digestive system in bony fishes as a function of diet. *Journal of Applied Ichthyology*, 30: 897-907.
- Vidy G. 1976. Etude du régime alimentaire de quelques poissons insectivores dans les rivières de Côte d'Ivoire. Rapport ORSTOM 2, 29 p.

- Wallace R.K. Jr. (1981). An assessment of diet-overlap indexes. *American Fisheries Society*, 110: 72-76.
- Watson SW. (1974). Protozoology.in: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Buchanan R. E. & Gibbons N. E (Eds). Williams and Wilkins, Baltimore: 450-456.
- Weatherley A.H. (1972). Growth and ecology of fish populations. Academic Press, London, 293p.
- Welcomme R.L. (1985). River fisheries. *FAO fisheries technical paper*, 262: 330p.
- Werner E.E. & Hall D.J. (1977). Competition and habitat shift in two sunfishes (Centrarchidae). *Ecology*, 58: 869-976.
- Wikipédia (2017). Statut de conservation. Wikipedia l'Encyclopédie libre. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Statut\\_de\\_conservation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Statut_de_conservation). (Consulté le 13 avril 2017).
- Yao S.S. (2006). Etude de la diversité biologique et de l'écologie alimentaire de l'ichtyofaune d'un hydrosystème Ouest africain : cas du bassin de la Comoé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 280p.
- Yao S.S., Kouamelan E.P., Koné T., N'douba V., Gooré Bi G., Ollevier F. & Thys Van Den Audenaerde D.F.E. (2005). Fish communities along environmental gradients within the Comoe River basin, Côte d'Ivoire. *African Journal of Aquatic Science*, 30 (2): 185-194.
- Zander C.D. (1982). Feeding ecology of littoral gobiid and blennioid fish of the Banylus area (Mediterranean sea). Main food and tropic dimension of niche and ecotope. *Vie et Milieu*, 32(1): 1-10.
- Zar J. H.M. (1999). *Biostatistical Analysis*. 4th Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 662p.

# **ANNEXES**

## Résumé

La structure, la composition spécifique du peuplement ichthyologique et l'écologie alimentaire de *Micralestes eburneensis* ont été étudiés entre Avril 2015 et Mai 2017 dans le cours supérieur du fleuve Cavally en Côte d'Ivoire dans une zone d'intenses activités d'orpaillage. La présente étude a permis de caractériser l'ichtyofaune, d'évaluer la qualité écologique de ce cours d'eau à travers les paramètres physico-chimiques et le degré d'organisation du peuplement. Par ailleurs, cette étude s'est intéressée au statut de conservation et à la vulnérabilité à la pression de pêche ainsi qu'à l'habitat de la faune ichthyologique du fleuve cavally. Pour ce faire, trois zones d'échantillonnages ont été prospectées (l'amont de la zone minière, la zone minière et l'aval de la zone minière). L'échantillonnage s'est fait au moyen de pêches expérimentale et artisanale (filets maillants monofilaments, multifilaments et de nasse). L'inventaire a révélé la présence de 75 espèces réparties en 20 familles et 8 ordres. Les Characiformes et les Siluriformes ont été les ordres les mieux représentés en tenant compte du nombre d'espèces (respectivement 40,97 % et 23,25 %). Les Cichlidae (14 espèces ; 18,66 %) ont été la famille la plus diversifiée dans le peuplement. Les espèces les plus abondantes dans les captures de l'ensemble de la portion du fleuve Cavally prospectée, sont par ordre d'importance *Micralestes eburneensis* (15,72 %), *Schilbe mandibularis* (13,31%), *Brycinus imberi* (9,37). Les variations des paramètres physico-chimiques ont été significatives aussi bien de façon spatiale que saisonnière. Des traces de métaux lourds (mercure et d'arsenic) ont été détectées dans la chair des poissons de ce fleuve surtout en zone minière. Les analyses ont, en outre, indiquées que la distribution des espèces de poissons du Cavally est principalement influencée par la nature du substrat, la température, la conductivité, la profondeur, la transparence, la largeur et la canopée. Les espèces d'intérêt pour la conservation sont : *Brycinus derhami*, *Epiplatys hildegardae*, *Scriptaphyosemion schmitti*, *Chromidotilapia cavalliensis*, *Marcusenius furcidens*, *Micralestes eburneensis*, *Raiamas nigeriensis*, *Labeobarbus parawaldroni*, *Enteromius bigornei*, *Malapterurus punctatus*, *Coptodon walteri* et *Chrysichthys teugelsi*. L'espèce *Heterobranchus longifilis* est apparue avec une vulnérabilité élevée à très élevée. La croissance de *Micralestes eburneensis* a été de type allométrique négative avec un régime alimentaire de type invertivore à tendance insectivore. La stratégie alimentaire a été de type généraliste sur toutes les proies. Des variations importantes du régime alimentaire de cette espèce ont été notées en fonction de la taille des poissons et en fonction des saisons hydrologiques.

**Mots clés :** Ichtyofaune ; Statut de conversation ; Vulnérabilité à la pêche ; Ecologie alimentaire ; *Micralestes eburneensis* ; fleuve Cavally ; Côte d'Ivoire.

## Abstract

Structure, specific composition of the fish population and food ecology of *Micralestes eburneensis* were studied between April 2015 and May 2017 in the upper Cavally River in Côte d'Ivoire in an area of intense gold mining activities in view sustainable management of the biodiversity of the Cavally River. The present study focused on characterizing the fish fauna, evaluating the ecological quality of this watercourse through the physicochemical parameters and the degree of stand organization. In addition, this study also investigated the conservation status and vulnerability to fishing pressure and the habitat of the fish fauna of the Cavally River. To do this, three sampling zones were prospected (upstream of the mining zone, mining zone and downstream of the mining zone). Sampling was done by experimental and artisanal fisheries (monofilament, multifilament and trap nets). A total of 75 fish species belonging to 37 genera, 20 families and 8 orders were sampled. Characiformes and Siluriformes were the best represented orders taking into account the number of species (respectively 40.97% and 23.25%). Cichlidae (14 species, 18.66%) were the most diverse family in the stand. The most abundant species in the catches of the entire Cavally River area surveyed are in order of importance *Micralestes eburneensis* (15.72%), *Schilbe mandibularis* (13.31%), *Brycinus imberi* (9.37%). Changes in physico-chemical parameters were significant both spatially and seasonally. Traces of heavy metals (mercury and arsenic) have been detected in the fish flesh of this river. The analyzes further indicated that the distribution of Cavally's fish species was mainly influenced by the nature of the substrate, temperature, conductivity, depth, transparency, width and canopy. The species of interest for conservation are: *Brycinus derhami*, *Epiplatys hildegardae*, *Scriptaphyosemion schmitti*, *Chromidotilapia cavalliensis*, *Marcusenius furcidens*, *Micralestes eburneensis*, *Raiamas nigeriensis*, *Labeobarbus parawaldroni*, *Enteromius bigornei*, *Malapterurus punctatus*, *Coptodon walteri* and *Chrysichthys teugelsi*. The species *Heterobranchus longifilis* has appeared with a high to very high vulnerability. The growth of *Micralestes eburneensis* was of the negative allometric type with an insectivorous diet. The food strategy was generalist on all prey. Significant variations in the diet of this species have been noted in terms of fish size and hydrological seasons.

**Keywords:** Fish fauna; Conservation status; Vulnerability; Food ecology; *Micralestes eburneensis*; Cavally River; Côte d'Ivoire.