

EFFETS DES ACTIVITÉS AGROPASTORALES SUR LES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES ET LE PEUPLEMENT ZOOPLANCTONIQUE DES EAUX DU BASSIN DU HAUT-BANDAMA (CÔTE D'IVOIRE)

SORO Tieligounon Ali^{1*}, ETILÉ N'Doua Raphael¹, SILUÉ Kigbafori Dieudonné² et COULIBALY Lacina³

1. Laboratoire des Milieux naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR BIOSCIENCES, Université Félix Houphouët-Boigny
2. Laboratoire Laboratoire de Biologie et Santé, UFR BIOSCIENCES, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan-Cocody)
3. SUCAF-CI Ferké 1

Reçu le 29/09/2021, Révisé le 05/11/2021, Accepté le 08/11/2021

Résumé

Description du sujet : L'augmentation des activités agricoles, pastorales et agro-industrielles des quatre dernières décennies aux alentours des cours d'eau du Nord de la Côte d'Ivoire ne peut rester sans conséquences sur ces écosystèmes aquatiques.

Objectifs : L'objectif de la présente étude est de déterminer les effets des activités agro-pastorales sur les variations des paramètres abiotiques et biotiques des eaux du Haut-Bandama.

Méthodes : Ainsi, d'octobre 2017 à septembre 2018, nous avons effectué des missions d'enquêtes et d'échantillonnage dans les eaux de la rivière Lokpoho et du fleuve Bandama.

Résultats : Il ressort de cette étude que l'intensité des activités agropastorales est très élevée au niveau des stations des lacs de barrages, notamment en saison des pluies. Ces activités anthropiques favorisent une augmentation des concentrations des éléments chimiques, tels que les nitrates, nitrites, chlorure, ammonium, phosphate, zinc et silicium, dans les eaux. Cependant, elles réduisent la transparence des eaux.

Conclusion : Au niveau du peuplement zooplanctonique, l'augmentation de l'intensité des activités agropastorales favorise une prolifération de certains taxons, notamment les rotifères. Cependant, celle-ci provoque la dégradation de la qualité des eaux.

Mots clés : Agropastorale ; physico-chimique ; lac ; zooplancton ; rivière Lokpoho ; fleuve Bandama

EFFECTS OF AGRO-PASTORAL ACTIVITIES ON THE PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS AND THE ZOOPLANKTONIC POPULATION OF THE WATERS OF THE UPPER BANDAMA BASIN (IVORY COAST)

Abstract

Description of the subject : The increase of agricultural, pastoral and agro-industrial activities during the last four decades around the northern rivers of Ivory coast has the consequences for these aquatic ecosystems.

Objectives : The objective of this study is to determine the effects of agro-pastoral activities on the variations of abiotic and biotic parameters in Upper Bandama waters.

Methods : Thus, from October 2017 to September 2018, we conducted investigation and sampling missions in the waters of the Lokpoho River and Bandama River.

Results : The results show that, the intensity of agro-pastoral activities is very high at the dam lake stations, especially during the rainy season. These anthropic activities cause an increase of chemical elements concentrations, such as nitrates, nitrites, chloride, ammonium, phosphate, zinc and silicon, in the water. However, they decrease the waters transparency.

Conclusion : Concerning zooplanktonic population, the increase of the agro-pastoral activities intensity induce some taxa proliferation, notably the rotifers density. However, it degrades the water quality

Keywords: Agropastoral ; physico-chemical ; lake ; Zooplankton ; Lokpoho river ; Bandama river

* Auteur correspondant : SORO Tieligounon Ali, E-mail: tieligounon@yahoo.fr

INTRODUCTION

Entre 1969 et 1974, les cours d'eau des régions du Nord de la Côte d'Ivoire ont subi les effets de la sécheresse qui sévirent dans la zone sahélienne de l'Afrique. Cette sécheresse a provoqué la baisse des récoltes agricoles, l'arrivée des peulhs pasteurs et des conflits territoriaux [1 ; 2]. C'est dans ce contexte que l'État a entrepris dès 1970 la création de petits et grands barrages agropastoraux afin de favoriser l'accroissement de la production bovine et le développement agricole du Nord [3]. Cette révolution agropastorale a vu la création, dans l'ex-région des savanes, de deux grands barrages agropastoraux : le barrage Morrisson situé sur le cours principal du fleuve Bandama et le barrage Lokpoho situé sur la rivière Lokpoho (deuxième affluent de la rive gauche du fleuve Bandama). Ces barrages ont ainsi créé deux lacs de barrage (lac de barrage Lokpoho et lac de barrage Morrisson) importants pour les populations des régions de Ferkessédougou et de Korhogo. La création de ces lacs de barrage a encouragé les agriculteurs et les sociétés agricoles à augmenter les surfaces cultivables avec l'utilisation de l'engrais au bout de trois ans d'exploitation [4]. Les sociétés de traitement d'eau ont également trouvé leur place sur les rives des lacs. Les cultures de saison et de contre-saison se sont développées sur les rives des plans d'eau, malgré la très forte densité de bovins. La pêche s'y est développée également jusqu'à attirer certains pêcheurs « Bozo » du Mali à venir s'installer dans la ville de Ferkessédougou. Cette croissance imprévue par l'État dans la deuxième révolution du Nord [3], l'intensification des activités agricoles avec l'utilisation des intrants agricoles, les activités industrielles et le développement de la ville de Ferkessédougou au cours des trente dernières années, ne restent pas sans conséquences sur la qualité de l'eau et sur les peuplements aquatiques, en occurrence, le peuplement zooplanctonique. C'est dans le but de déterminer l'impact de toutes ces activités anthropiques sur l'environnement aquatique de la rivière Lokpoho et du fleuve Bandama que la présente étude a été initiée. Il s'agira pour nous d'abord d'évaluer l'intensité des activités agropastorales aux alentours des cours d'eau ensuite, de déterminer les paramètres physico-chimiques et les organismes zooplanctoniques qui sont les plus influencés par les variations de l'intensité des activités agropastorales.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Milieu d'étude

Le bassin du fleuve Bandama, entièrement situé en Côte d'Ivoire, occupe une superficie de 97 500 km². Il est situé entre les longitudes 3°50' et 7° Ouest et les latitudes 5° et 10°20' Nord [5]. Le milieu d'étude se situe dans la partie supérieure du bassin du Bandama (bassin du Haut-Bandama) dans la région de Ferké (Fig. 1). L'échantillonnage a concerné le cours principal du fleuve Bandama, jusqu'au barrage Morrisson (premier barrage sur le fleuve Bandama) et la rivière Lokpoho (deuxième affluent de la rive gauche du fleuve Bandama) (Figure1). Le climat de la région est de type tropical sub-humide ou sub-soudanien de transition [6], avec deux saisons : une saison pluvieuse (juin à septembre) et une saison sèche (octobre à mai). La région est soumise à l'harmattan de décembre à février. La pluviométrie annuelle cumule à 1 200 mm, avec un régime uni-modal centré en août-septembre où 600 à 700 mm de pluie sont enregistrés [7]. Le sous-sol est constitué de roches métamorphiques et ignées du Précambrien [8]. Les sols ont une texture sablo-argilo-limoneuse avec une faible imprégnation humifères [9]. Les activités agropastorales sont les principales activités exercées dans la région par les populations.

2. Choix des stations

Au total huit stations ont été échantillonnées dans les eaux du Haut-Bandama, dont cinq stations au niveau de la rivière Lokpoho et trois stations dans le cours principal du fleuve Bandama (Fig. 1). Le choix des stations a été fait en fonction des zones par lesquelles les réserves reçoivent les effluents en provenance de la ville de Ferkessédougou, des agrosystèmes, de la disponibilité d'eau en permanence et de l'accessibilité du terrain. Toutes les stations sont situées entre les latitudes 9°25' et 9°37' Nord et entre les longitudes 5°13' et 5°19' Ouest. Les échantillonnages ont été faits d'octobre 2017 à septembre 2018. Ceux-ci se sont déroulés trois fois pendant la saison sèche (début saison sèche = octobre, pleine saison sèche = décembre et fin saison sèche = avril) et trois fois pendant la saison des pluies (début saison des pluies = juin, pleine saison des pluies = août et fin saison des pluies = septembre).

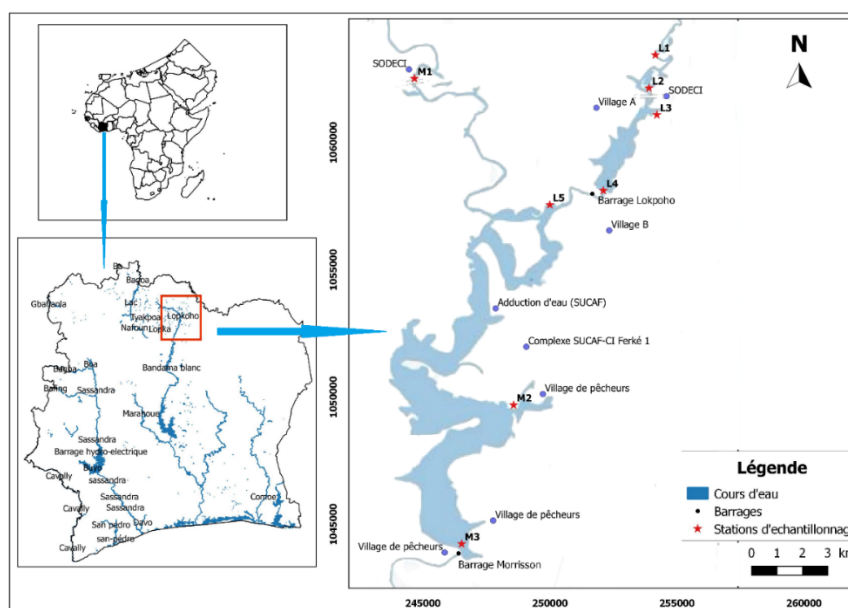


Figure 1 : Carte hydrographique d'une partie de la zone septentrionale du bassin du Haut-Bandama, présentation des stations d'échantillonnage.

3. Evaluation de l'intensité des activités agropastorales

Concernant l'évaluation de l'intensité des activités agropastorales et l'identification des types de cultures pratiquées, celles-ci ont été faites par estimation et observation directe. Les observations directes ont tenu compte des activités suivantes : le nombre et la densité des troupeaux de bœufs, la densité des bouses de bœufs sur une surface voisine de la station en question, du nombre de nasse, de pêcheurs et de poissons morts dans les stations et de la surface occupée par l'agriculture. La surface occupée par l'agriculture aux alentours des stations a été estimée en pourcentage (%) sur une distance de 1 km en suivant la méthode par transects [10 ; 11]. À l'issue des estimations par observations directes sur le terrain, un score, variant de 1 à 4, a été donné à chaque niveau d'occupation des sols par les activités agropastorales observées. Ainsi nous avons les niveaux suivants avec leurs scores :

- activités faibles (score 1), pour des activités agropastorales estimées à moins de 25 % de la surface totale
- activités modérées (score 2), pour des activités agropastorales estimées entre 25 % et 50 % de la surface totale
- activités intenses (score 3), pour des activités agropastorales estimées entre 50 % et 75 % de la surface totale
- activités très intenses (score 4), pour des activités agropastorales estimées à plus de 75 % de la surface totale.

4. Échantillonnage et collectes des données

Au niveau de chaque station, les paramètres physico-chimiques ont été mesurés dans l'eau de surface avec le matériel adapté. La température et l'oxygène dissous ont été mesurés avec un oxymètre de marque AZ 8403. Le pH et la conductivité ont été mesurés respectivement avec un pH-mètre et un conductimètre de marque PANCELENT. La transparence a été évaluée avec un disque de Secchi de trente centimètres de diamètre. Pour les mesures des paramètres chimiques (nitrate, nitrite, phosphate, ammonium, chlorure, potassium, manganèse, zinc et silicium) un litre d'eau de surface a été prélevé à chaque station et conservé dans une glacière. Les analyses spectrophotométriques au laboratoire ont été faites à l'aide d'un spectrophotomètre de marque NALCO et de modèle DR 900. La vitesse de déplacement de l'eau est évaluée en laissant déplacer un bidon d'un litre à moitié plein sur une distance de 10 m. Le temps de déplacement est mesuré avec un chronomètre. Le rapport entre la distance et le temps mis donne la vitesse de l'eau au niveau des stations. La concentration de la chlorophylle *a* a été déterminée à partir d'une méthode adaptée à la méthode [12].

Les organismes zooplanctoniques ont été récoltés, dans chaque station, par filtration de 100 litres d'eau de surface avec un filet à plancton de 30 µm de vide de maille.

Le concentré obtenu a été recueilli dans un pilulier de 350 ml de volume puis traité successivement par ajout de rouge neutre pour faciliter l'observation des organismes au microscope et du formaldéhyde dilué à 5% pour la conservation des échantillons. Au laboratoire, les organismes zooplanctoniques ont été identifiés à l'aide des clés adaptées, puis comptés sous une loupe binoculaire dans une cuve de Dolfuss.

5. Analyse statistiques des données

L'analyse en composante principal, réalisée avec le logiciel R version 3.5.2, a été utilisée afin de mettre en évidence l'influence des activités agro-pastorales sur les paramètres physico-chimiques. L'analyse de redondance a été utilisée pour mettre en évidence les effets des activités agro-pastorales sur les organismes zooplanctoniques.

RÉSULTATS

1. Variation de l'Intensité des Activités Agropastorales

L'intensité des activités agropastorale varie de faible à très intense dans la rivière Lokpoho et le fleuve Bandama (Tableau 1 et 2 respectivement).

En saison sèche, les activités sont faibles aux alentours des stations L1 et L5 (Tableau 1). Par contre au niveau de la station L2 et des stations L3 et L4 du lac de barrage Lokpoho, les activités agropastorales sont plutôt modérées en saison sèche. Pendant la saison des pluies, les activités sont très intenses aux alentours des stations L3 et L4 du lac de barrage Lokpoho. Celles-ci sont intenses aux alentours des stations L2 et L5. Les activités agropastorales sont modérées aux alentours de la station L1. Aux alentours de la rivière Lokpoho, les activités agricoles sont dominées par les cultures céréalières (maïs, riz) en saison des pluies et par les cultures maraichères (piments, aubergines, tomates) en saison sèche. À côté de ces activités dominantes, les paysans et les sociétés agricoles (SUCAF-CI et CNRA) cultivent aussi l'arachide, le manioc, le coton et la canne à sucre. Ceux-ci cultivent également les anacardiés et les manguiers. Concernant les activités pastorales, celles-ci sont caractérisées par la présence des troupeaux de bœufs sur les berges de la rivière Lokpoho. Leur présence est accentuée au bord des stations du lac de barrage Lokpoho (L3 et L4) pendant toute l'année.

Tableau 1 : Variations spatio-temporelles de l'intensité des activités agropastorales autour des stations de la rivière Lokpoho située dans le Haut-Bandama, prospectées d'octobre 2017 à

Rivière Lokpoho	Stations	Saison sèche			Saison des pluies		
		DSS	PSS	FSS	DSP	PSP	FSP
Amont du lac	L1	+	+	+	++	++	++
	L2	++	++	++	+++	+++	+++
Lac de barrage	L3	++	++	++	++++	++++	++++
	L4	++	++	++	++++	++++	++++
Aval du lac	L5	+	+	+	+++	+++	+++

septembre 2018.

DSS = Début de la Saison Sèche ; PSS = Pleine Saison Sèche ; FSS = Fin de la Saison Sèche ; DSP = Début de la Saison des Pluies ; PSP = Pleine Saison des Pluies ; FSP = Fin de la Saison des Pluies. (+) = activités agricoles faibles ; (+ +) = activités agricoles modérées ; (+ + +) = activités agricoles intenses ; (+ + + +) = activités agricoles très intenses.

Dans les environs du cours principal du fleuve Bandama, l'intensité des activités agropastorales est faible aux alentours de la station M1 en saison sèche (Tableau 2). Celle-ci est modérée aux alentours des stations M2 et M3 pendant le début (DSS) et la fin de la saison sèche (FSS). Les activités agropastorales sont respectivement intenses et très intenses aux alentours des stations M3 et M2 pendant la pleine saison sèche (PSS). En saison des pluies, l'intensité des activités agropastorales est très élevée aux alentours des stations M2 et M3 du lac de barrage Morrison. Celle-ci est modérée aux alentours de la station M1, située en amont du lac de barrage Morrison en saison des pluies. Autour des stations du cours principal du fleuve Bandama, la culture dominante est la canne à sucre. Les autres cultures (maïs, riz, arachide, patate, piments, tomate, aubergine) se font dans les espaces triangulaires et les bas-fonds inoccupés par la société sucrière SUCAF-CI. La canne à sucre est cultivée principalement par la SUCAF-CI et secondairement par des paysans. La canne à sucre est cultivée sur la rive gauche du fleuve Bandama. La présence des bœufs se fait remarquer sur la rive droite du fleuve et après le barrage Morrison. En outre, les activités industrielles de la SUCAF CI (production du sucre) en pleine saison sèche ne sont pas négligeables comme pression sur le fleuve Bandama.

Tableau 2 : Variations spatio-temporelles de l'intensité des activités agropastorales aux alentours des stations du cours principal du fleuve Bandama située dans le Haut-Bandama, prospectées d'octobre 2017 à septembre 2018.

Fleuve Bandama	Périodes d'échantillonnage	Saison sèche			Saison des pluies		
		DSS	PSS	FSS	DSP	PSP	FSP
Amont du lac	M1	+	+	+	++	++	++
	M2	++	++++	+++	++++	++++	++++
Lac de barrage Morrisson	M3	++	+++	+++	++++	++++	++++

2. Effet des activités agricoles sur les paramètres physico-chimiques des eaux

L'axe 1 (40,93%) et l'axe 2 (25,64%) de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) cumulent ensemble plus de la moitié de la variance totale (66,57 %) associée aux variables environnementales. Le cercle de corrélation des variables (Fig. 2A) montre que 7 variables physico-chimiques (nitrates, nitrites, chlorure,

ammonium, phosphate, zinc et silicium) et l'intensité des activités agropastorales sont corrélées positivement à l'axe 1 et une seule variable (transparence) est négativement corrélée à l'axe 1. La température, la conductivité, le manganèse, le potassium, le pH et l'oxygène dissous sont positivement corrélés à l'axe 2. La profondeur et la vitesse de l'eau sont négativement corrélées à l'axe 2.

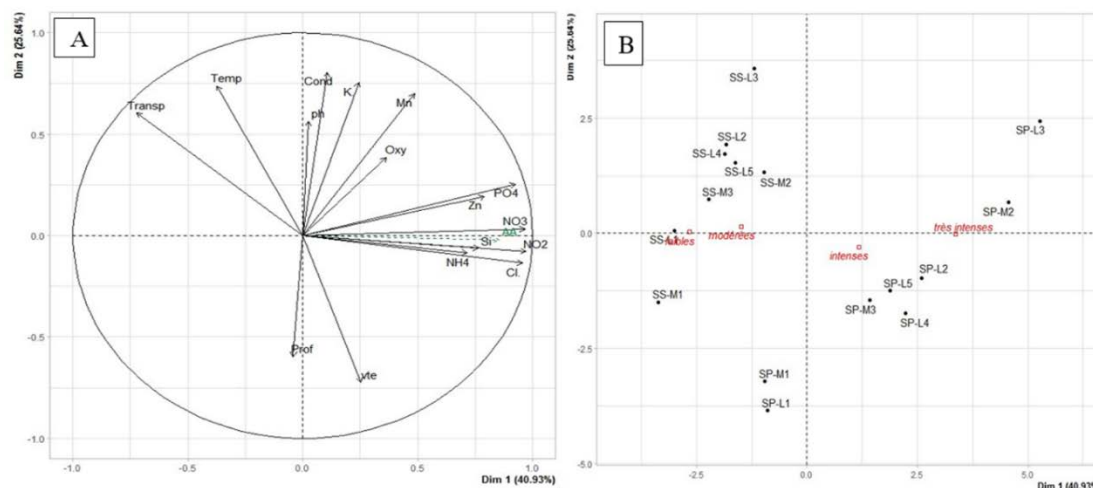


Figure 2 : Représentation des résultats de l'Analyse en Composantes principales (ACP) sur la base de seize paramètres physico-chimiques mesurés dans le fleuve Bandama et la rivière Lokpho du bassin du Haut-Bandama dans la région de Ferkessédougou, entre octobre 2017 et septembre 2018

SS-L= station de la rivière Lokpho en saison sèche, SP-L = station de la rivière Lokpho en saison des pluies, SS-M= station de la rivière Lokpho en saison sèche, SP-M = station de la rivière Lokpho en saison des pluies, A= Cercle de corrélation, B= Distribution des stations par saison dans le plan factoriel. Transp = transparence ; Prof = profondeur ; vte = vitesse ; pH = potentiel d'hydrogène ; Cond = conductivité ; K = potassium ; Mn = manganèse ; Oxy = oxygène dissous ; PO⁴ = phosphate ; Zn = zinc ; NH₄⁺ = Ammonium ; Si = silicium ; NO₃⁻ = nitrates ; NO₂⁻ = nitrite ; Cl = chlorure ; Temp = température. Dim = dimension des axes de l'analyse factorielle ; AA = intensité des Activités Agropastorales

En fonction de l'intensité des activités agropastorales les stations présentent 2 caractéristiques physico-chimiques différentes : les stations en saison sèche et les mêmes stations en saison des pluies (Fig. 2B). L'influence des activités agropastorales n'est pas la même en saison sèche qu'en saison des pluies sur les eaux des stations d'échantillonnage. Celle-ci est plus importante en saison des pluies qu'en saison sèche. En saison sèche, l'intensité des activités varie de faible à modérée aux alentours des stations, et les eaux des stations sont caractérisées par une température et une transparence élevée.

Pourtant en saison des pluies, elle varie d'intense à très intense aux alentours des stations, et les eaux des stations sont caractérisées par une forte concentration des éléments chimiques tels que les nitrates, nitrite, chlorure, phosphore, ammonium, zinc et silicium, qui sont à majorité d'origine agropastorale.

3. Effet des activités agricole sur le peuplement zooplanctonique

Dans l'Analyse de Redondance de la saison sèche, l'axe 1 (56,7%) et l'axe 2 (27,9%) cumulent ensemble 84,6 % des variances.

On remarque 4 groupes de stations : L3 et L4 (groupe I), M2 et M3 (groupes II), L5 et M1 (groupe III) et L1 et L2 (groupe IV) (Fig. 3). De tous ces groupes de station, seuls les organismes zooplanctoniques du groupe II (M2 et M3) sont

influencés significativement par les variations de l'intensité des activités agro-pastorales. Par ailleurs, les eaux de ses stations sont caractérisées par la transparence, les teneurs en oxygène dissous, en ammonium et en silicium.

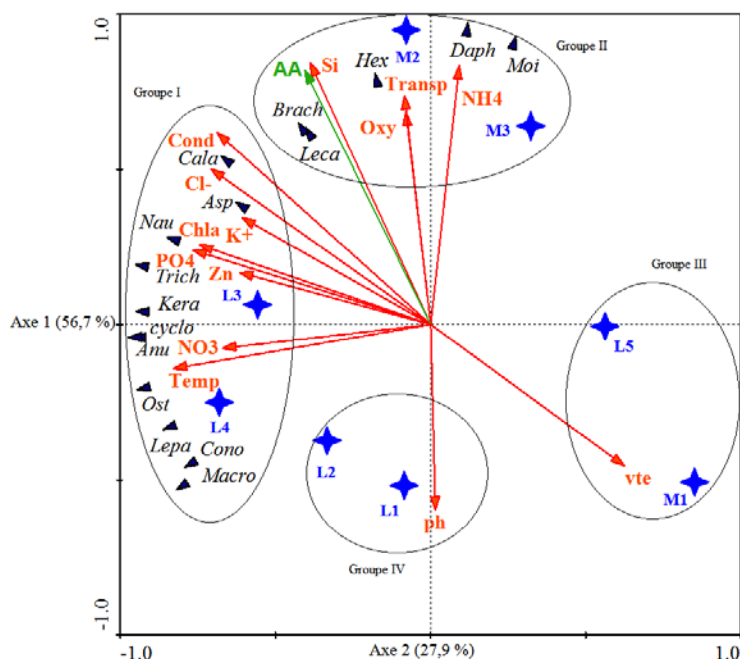


Figure 3 : Analyse de redondance réalisée sur les variables environnementales, les stations et les densités des taxons zooplanctoniques pendant la saison sèche dans les eaux du bassin du Haut-Bandama.

Diaph: *Diaphanosoma excisum*, *Cono*: *Conochilus unicornis*, *Brach*: *Brachionus* sp., *Nau*: Nauplii de copépodes, *Cyclo*: Cyclopidés, *Cala*: Calanoides, *Anu*: *Anuraeopsis* sp., *Kera*: *Keratella* sp., *Trich*: *Trichocerca* sp., *Ost*: *Ostracodes*, *Macro*: *Macrochaetus colinsi*, *Leca*: *Lecane* sp., *Poly*: *Polyarthra* sp., *Moi*: *Moina micrura*, *Fili*: *Filinia* sp., *Asp*: *Asplanchna* sp., *Hex*: *Hexarthra* sp., L: station de la rivière Lokpoho, M: station du fleuve Bandama (barrage hydroagricole Morrisson)

pH: potentiel d'hydrogène, vte = vitesse de l'eau, Temp: Température, NO₃ = Nitrate, Zn: Zinc, PO₄: Phosphate, Chla: Chlorophylle a, K⁺: Potassium, Cl: Chlorure, Cond: Conductivité, Si: Silicium, Oxy: Oxygène dissous, Transp: Transparence, NH₄: Ammonium; AA = Intensité des Activités agropastorale

En saison des pluies, L'axe 1 (49,2%) et l'axe 2 (24,6%) de l'Analyse de redondance cumulent ensemble 73,8% de la variance totale. Cette analyse divise notre milieu d'étude en 4 principaux groupes de stations : groupe I (L3 et L4), groupe II (L5), groupe III (M1, M2 et M1) et groupe IV (L1 et L2) (Fig. 4). Le groupe I de stations (L3 et L4) a une relation positive avec l'intensité des activités agro-pastorale en plus des paramètres physico-chimiques comme la chlorophylle a, la transparence, le zinc, le

manganèse, le chlorure, le phosphate, le potassium et le nitrite. Au plan biologique, les taxons qui sont influencés par les variations de l'intensité des activités agro-pastorales en saison des pluies sont : *Keratella* sp., Nauplii de Copépodes, *Lecane* sp., *Moina micrura*, *Hexarthra* sp., *Polyarthra vulgaris*, *Lepadella* sp., *Brachionus* sp., *Conochilus unicornis*, Calanoides, Cyclopidés et, *Diaphanosoma excisum*.

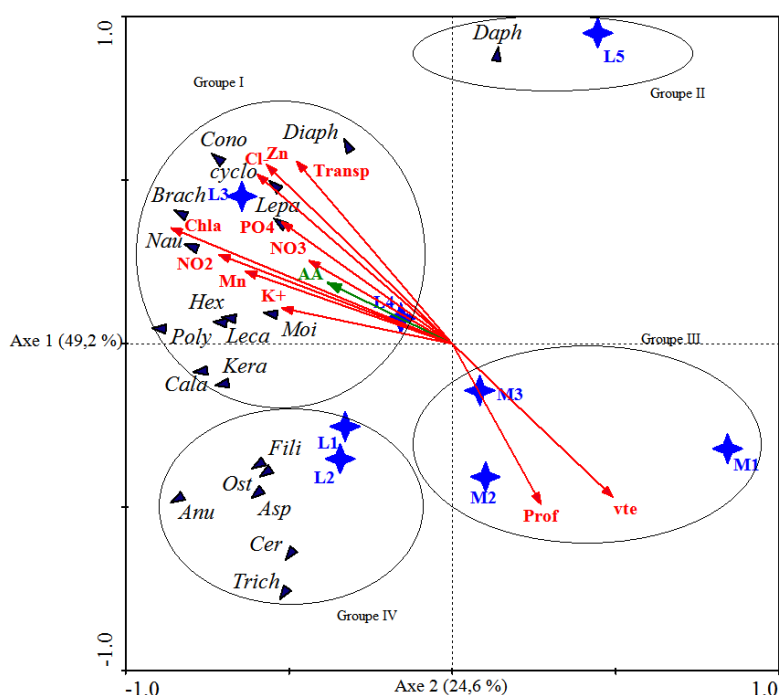


Figure 4 : Analyse de redondance réalisée sur les variables environnementales, les stations et les densités de quelques taxons zooplanctoniques pendant la saison des pluies dans les eaux du Haut-Bandama.

Diaph: *Diaphanosoma excisum*, *Cono*: *Conochilus unicornis*, *Brach*: *Brachionus* sp., *Nau*: NaupliI, *Cyclo*: Cyclopidés, *Cala*: Calanoides, *Anu*: *Anuraeopsis* sp., *Kera*: *Keratella* sp., *Trich*: *Trichocerca* sp., *Ost*: Ostracodes, *Macro*: *Macrochaetus colinsi*, *Leca*: *Lecane* sp., *Poly*: *Polyarthra* sp., *Moi*: *Moina micrura*, *Fili*: *Filinia* sp., *Asp*: *Asplanchna priodonta*, *Cer*: *Ceriodaphnia cornuta*, *Hex*: *Hexarthra* sp., *L*: station de la rivière Lokpoho, *M*: station du fleuve Bandama (barrage hydroagricole Morriison). pH: potentiel d'hydrogène, vte = vitesse de l'eau, Temp: Température, NO₃ = Nitrate, NO₂: Nitrite, Zn: Zinc, PO₄: Phosphate, Chla: Chlorophylle a, K⁺: Potassium, Cl: Chlorure, Cond: Conductivité, Mn: Manganèse, Si: Silicium, Oxy: Oxygène dissous, Transp: Transparence, NH₄: Ammonium; AA = Intensité des Activités agropastorale

DISCUSSION

L'observation directe des activités menées aux alentours des stations choisies pour l'échantillonnage dans le bassin du Haut-Bandama a permis de mesurer leur intensité aux cours des missions d'échantillonnage. Aucune surface aux alentours des stations ne reste inexploitée durant l'année. Cependant, l'intensité des activités aux alentours des stations varie d'une station à l'autre et d'une saison à l'autre. Les activités agropastorales sont plus intenses aux alentours des stations des lacs de barrage Lokpoho et Morriison. En effet, les lacs de barrage sont des zones au niveau desquelles, l'eau est permanente quelques soit la saison. A la fin de la saison sèche par exemple, lorsque l'eau des stations en amont des lacs de barrage devient plus ou moins un filon d'eau, la quantité d'eau des lacs de barrage est encore suffisante pour irriguer les agrosystèmes environnants. C'est ainsi que les surfaces agricoles proches des lacs de barrage sont exploitées durant toute l'année au Nord de la Côte d'Ivoire. En outre, les lacs de barrage sont les endroits privilégiés et les plus visités par les

peulhs pasteurs ou bergers pour abreuver leurs bétails. Ce même résultat a été enregistré par Coulibaly [2] et Le-Guen [3] au niveau des petits barrages du Nord de la Côte d'Ivoire. Les activités agropastorales sont plus intenses en saison des pluies (très intenses) qu'en saison sèche (activités modérée). Cela est dû au fait que pendant la saison des pluies, les agriculteurs n'ont pas besoin de pomper l'eau des lacs pour irriguer leurs agrosystèmes. Ainsi, la surface cultivable aux alentours des stations de la rivière Lokpoho et du fleuve Bandama peut s'agrandir sans contrainte d'irrigation, car il pleut. Contrairement à la saison des pluies, en saison sèche, les agriculteurs ne peuvent pas étendre leurs champs à plus de 1 km des berges des cours d'eau en raison des contraintes liées au pompage d'eau et à l'irrigation. En saison sèche, contrairement aux stations des lacs de barrage Lokpoho, les stations du lac de barrage Morriison connaissent des activités agropastorales très intenses en pleine saison sèche (période de l'harmattan).

Cette intensification des activités agropastorales est liée d'une part à l'intensification des activités agricole et industrielle de la société SUCAF-CI qui débute sa campagne sucrière, et d'autre part aux villages des pêcheurs installés aux abords du lac de barrage Morrisson. En fait, les rapports avec la retenue d'eau Morrisson (sur le fleuve Bandama) sont intenses et vitaux pour ces pêcheurs, puisqu'il n'y a pas de puits dans les campements. Les femmes des campements font donc dans le lac de barrage la lessive, la vaisselle et puisent l'eau nécessaire pour la cuisine, la boisson et les toilettes. Le lac de barrage sert bien entendu avant tout à l'abreuvement de tous leurs animaux. Le-Guen [3 et 13] avait déjà fait ce constat au niveau de plusieurs villages associés à l'eau des petits barrages du Nord de la Côte d'Ivoire.

Les résultats de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) ont pu mettre en évidence l'effet de l'intensité des activités agropastorales sur les eaux de la rivière Lokpoho et du fleuve Bandama. Les stations situées dans les lacs de barrage (L3, L4, M2 et M3) sont les plus impactées par les activités agro-pastorales. Elles ont enregistré les valeurs les plus importantes de sels nutritifs d'origine agricole et/ou industrielle (phosphore, nitrate, nitrite, chlorure, zinc, silicium et ammonium). Cette explication est soutenue par le cercle de corrélation qui a montré une parfaite relation positive entre ces sels nutritifs et l'intensité des activités agropastorales (AA). En effet, les stations lacustres sont celles qui reçoivent le plus les effluents en provenance des zones urbaines (Ferké, villages SUCAF-CI), des agrosystèmes et de l'usine sucrière de la SUCAF-CI. Ainsi, ces stations seraient dans un état d'eutrophisation assez considérable en saison des pluies, en raison de l'intensification des activités agro-pastorales de la zone auxquels s'ajoute le rejet des produits de traitement de l'usine SUCAF-CI. Ces mêmes observations ont été faites par [14] au niveau du barrage hydroagricole de la Sucrivoire sur la Marahoué. L'Analyse De Redondance (ADR) montre que les densités des rotifères sont influencées par l'intensité des activités agro-pastorales environnantes. Le peuplement zooplanctonique des stations des lacs de barrage Lokpoho et Morrisson a été le plus influencé par les activités agro-pastorales. En effet, cette influence élevée dans les lacs de barrage serait engendrée par les activités agropastorales qui sont intenses ou très intenses aux alentours de ces stations. Ainsi, les ruissèlements des eaux

chargées de sels nutritifs charriés depuis les agrosystèmes jusqu'aux lacs de barrage sont permanents, notamment en saison des pluies. L'analyse de redondance montre bien que ces stations lacustres sont caractérisées par des niveaux élevés en sels nutritifs (phosphate, nitrate, nitrite et potassium). Cette caractéristique physico-chimique favoriserait une augmentation du phytoplancton (à travers la chlorophylle *a*), qui provoquera à son tour un milieu nutritif favorable pour le développement du zooplancton [15]. En outre, plusieurs taxons zooplanctoniques, tels que les nauplii de copépodes et *Asplanchna* sp., sont reconnus comme des herbivores qui se nourrissent principalement de phytoplancton [16]. D'ailleurs, lors de nos observations microscopiques, plusieurs taxons phytoplanctonique ont été observés à l'intérieur de l'espèce *Asplanchna priodonta*. Tous ceux-ci expliqueraient la corrélation positive que nous avons observée entre les activités agropastorales et les densités zooplanctoniques. Ainsi, des rotifères comme *Brachionus* sp., *Lecane* sp., *Hexarthra* sp. et des clacocères comme *Diaphanosoma excisium*, *Moina micrura* trouvent dans ces milieux lacustres, impactés par les activités agro-pastorales, les conditions adéquates pour leurs développements.

CONCLUSION

Nous devons retenir que les activités agropastorales ont un effet négatif sur la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Lokpoho et du fleuve Bandama, à travers une augmentation des concentrations des éléments chimiques dans le milieu aquatique. Cependant, celles-ci seraient favorables pour certains organismes zooplanctonique, en raison de l'enrichissement du milieu en substances nutritives pour leurs développements. Nous devons poursuivre cette étude afin de déterminer d'une part les taxons zooplanctoniques sensibles à l'intensification des activités agricoles, pastorales et industrielles, et d'autre part ceux qui en résistent.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Paturel J.E., Servat E., Kouamé B., Boyer J.F. (1995). Manifestations de la sécheresse en Afrique de l'Ouest non sahélienne. Cas de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Bénin. *Secheresse* 6 (1) : 92-102.

- [2] **Coulibaly S. (1980).** La difficile mais nécessaire intégration de l'élevage zébu dans le monde rural sénoufo. Université nationale de Côte d'Ivoire, Institut de Géographie tropicale, 92 p.
- [3] **Le-Guen T. (2004).** Le développement agricole et pastoral du Nord de la Côte-d'Ivoire : problèmes de coexistence. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, Afrique : 226-227.
- [4] **Gigou J., Traore S. (1991).** Rapport analytique des essais réalisés dans la région de Touba et de Korhogo. 109 p.
- [5] **Lévêque C., Dejoux C., Iltis A. (1983).** Limnologie du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire). *Hydrobiologia* 100 : 113-141.
- [6] **Guillaumet J.L., Adjanohoun E. (1971).** La végétation. in : "*Le milieu naturel de Côte d'Ivoire*". Mémoire ORSTOM, Paris, N°50, pp. 161-262
- [7] **Péné C.B., Kehé M. (2005).** Performances de trois variétés de canne à sucre et rationnement hydrique en prématuration au nord de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 17 (1) : 7-18.
- [8] **Langellier P. (1976).** Etude des sols du complexe sucrier de la sodesucre à Ferkéssédougou. IRAT, 37p.
- [9] **N'guessan K.A., Diarrassouba N., Alui K.A., Nangha K.Y., Fofana I.J., Yao-Kouamé A. (2015).** Indicateurs de dégradation physique des sols dans le nord de la côte d'ivoire : cas de Boundiali et Ferkéssédougou. *Afrique Science* 11 (3) : 115 – 128
- [10] **Ménard M., Dionne J. (1972).** Essai d'une méthode par transects pour estimer le volume de bois non utilisé lors d'une exploitation forestière. Gouvernement du Québec, Ministère des terres et forêts, Service de la recherche, note N° 2, 10p.
- [11] **IUCN. 2013.** Suivi écologique des aires protégées en Afrique : méthodologie pratique. 30p.
- [12] **AFNOR. (1999).** Qualité de l'eau, Dosage de la chlorophylle a et d'un indice phéopigments Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire. AFNOR, 11 p
- [13] **Le Guen T. (2002).** Les barrages du Nord de la Côte-d'Ivoire : développement socio-économique et état sanitaire des populations. Thèse de Doctorat, Brest, Université de Bretagne Occidentale, École doctorale des sciences de la mer. 467 p.
- [14] **Aboua B.R.D. (2012).** Développement d'un indice d'intégrité biotique piscicole pour la préservation de la biodiversité du fleuve Bandama. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 227 p.
- [15] **Akodogbo H.H., Bonou C.A., Fiogbé E.D. (2014).** Effet de la fertilisation à base des déjections de porc sur la production du zooplancton. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8(6): 2721-2730. DOI: [10.4314/ijbcs.v8i6.31](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.31)
- [16] **Chemli A. (2017).** Le zooplancton comme bioindicateur de l'état trophique et de l'intégrité écologique des lacs du Parc du Mont Tremblant. Mémoire de Maîtrise, Université de Montréal, 64p