

## Qualité trophique des étangs piscicoles dans la région d'Azaguié Abey (Côte d'Ivoire) à partir des taxons phytoplanctoniques

*Estelle Sévérine Konan*

Centre de Recherches Océanologiques, Département environnement,  
Laboratoire de planctonologie, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Moreto Salla*

Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Côte d'Ivoire

*Koffi Komoe*

*Sotran Claudine Koffi*

Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire des milieux naturels et de conservation de la biodiversité, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n30p140](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n30p140)

Submitted: 22 July 2024

Accepted: 28 October 2024

Published: 31 October 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

*Cite As:*

Konan E.S., Salla M., Komoe K. & Koffi S.C. (2024). *Qualité trophique des étangs piscicoles dans la région d'Azaguié Abey (Côte d'Ivoire) à partir des taxons phytoplanctoniques*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (30), 140.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n30p140>

### Résumé

Les aliments non consommés issus des élevages de poissons, leurs fèces et certaines pratiques liées aux activités piscicoles peuvent entraîner des conséquences néfastes sur l'état sanitaire des structures d'élevage. L'objectif de cette étude est de déterminer la qualité trophique des étangs piscicoles sur le lac de barrage Abey à Azaguié, à partir des taxons phytoplanctoniques. Les paramètres physico-chimiques tels que la température (C°), le pH, l'oxygène dissous (mg/L), la transparence (m), les nitrates (mg/L) et les orthophosphates (mg/L) ont été mesurés. Des clés de détermination ont permis d'identifier les principaux groupes d'algues et leur quantification a été faite par l'utilisation de cellules de Malassez. Les indices d'eutrophie de Nygaard, les indices A, B et C ont permis de déterminer la qualité trophique des différents étangs. Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour étudier les différences de significativité entre les valeurs des paramètres environnementaux et entre les données phytoplanctoniques. Hormis les

valeurs des orthophosphates, qui sont au-delà de la norme, les autres paramètres environnementaux étudiés, indiquent des eaux propices à la pisciculture. Soixante-six taxons, répartis en 5 embranchements ont été identifiés. Ce sont : les Euglenophyta (30), les Chlorophyta (24), les Bacillariophyta (8), les Cyanoprocaryota (3) et les Dinophyta (1). Concernant la qualité des eaux, le nombre élevé d'Euglenophyta et de Chlorophyta indiquent des milieux riches en matières organiques. Les valeurs des indices trophiques ont montré que les eaux tendent vers une eutrophisation. En effet, l'indice A évoluant de 2,8 à 8,25 indiquent des milieux eutrophes. Les indices B variant de 0,4 à 1,5 indiquent des milieux oligotrophe (lac et grossissement) et eutrophe (alevinage et prégrossissement) et les indices C évoluant de 0,6 à 2 indiquent des milieux eutrophes. Ce travail contribuera à une bonne gestion des étangs en vue d'une activité piscicole saine pour le milieu récepteur et les poissons.

---

**Mots-clés:** Etangs piscicoles, qualité trophique, phytoplancton, Azaguié Abey

---

## **Trophic quality of fish ponds in Azaguié Abey (Côte d'Ivoire) based on phytoplankton taxa**

*Estelle Sévérine Konan*

Centre de Recherches Océanologiques, Département environnement,  
Laboratoire de planctonologie, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Moreto Salla*

Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Côte d'Ivoire

*Koffi Komoe*

*Sotran Claudine Koffi*

Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire des  
milieux naturels et de conservation de la biodiversité, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

Uneaten food from fish farms, fish faeces and certain practices linked to fish farming activities can have harmful consequences on the health status of breeding structures. The aim of this work is therefore to determine the trophic quality of fish ponds in the Azaguié lake Abey, based on phytoplankton taxa. Physico-chemical parameters such as temperature (C°), pH, dissolved oxygen (mg/L), transparency (m), nitrates (mg/L) and orthophosphates (mg/L) were measured. Determination keys were used to identify the main groups of algae and Malassez cell made it possible to quantify them. Nygaard's eutrophy indices, indices A, B and C were used to determine the trophic quality of the different ponds. The non-parametric

Kruskal-Wallis test was used to study the significant difference between the values of environmental parameters and between phytoplankton data. Apart from orthophosphates values beyond the norm, the other environmental parameters indicated suitable waters for fish farming. Sixty-six taxa, divided into 5 phyla, were identified : Euglenophyta (30), Chlorophyta (24), Bacillariophyta (8), Cyanoprokaryota (3) and Dinophyta (1). Concerning water quality, high number of Euglenophyta and Chlorophyta indicated environment rich in organic matter. The trophy indices values of the different ponds showed that the waters tend towards eutrophication. Indeed, indices A varying from 2.8 to 8.25 show eutrophic environments. The indices B, varying from 0.4 to 1.5 indicate environments ranging from oligotrophy (lake and growth) to eutrophy (nursery and pre-growth) and Indices C, evolving from 0.6 to 2, indicate eutrophic environments. The conclusions of this work, will contribute to good management of ponds with a view to healthy aquaculture activity for the receiving environment and the fish.

---

**Keywords:** Fish ponds, trophic quality, phytoplankton, Azaguié Abey

## Introduction

La pêche et l'aquaculture procurent 17% des protéines d'origine animale à l'échelle mondiale et les moyens de subsistance d'environ 660-820 millions de personnes soit 10-12% de la population mondiale (Lahsen *et al.*, 2015). En Côte d'Ivoire, la partie du territoire desservie par un réseau hydrographique permanent est estimée à près de 60% (MIPARH, 2003). Sur les plans d'eaux lagunaires et à l'intérieur des terres, de nombreux sites permettent l'implantation d'activités aquacoles. Le développement de l'aquaculture constitue un moyen pour accroître la production halieutique et faire face à la demande de plus en plus croissante des produits d'origine aquatique (MIPARH, 2009).

Cependant, l'on est unanime que ce développement doit se faire tout en respectant l'environnement. En Côte d'Ivoire, la pisciculture est la principale activité aquacole (MIPARH, 2009). L'exploitation des fermes aquacoles, à l'instar des activités industrielles, agricoles et urbaines, produit des déchets qui bouleversent l'équilibre écologique des milieux aquatiques hôtes (Price *et al.*, 2015). Ces fermes, exploitées pour la production intensive de poissons en pleine eau, ont l'inconvénient d'enrichir par les restes d'aliments donnés aux poissons, de leurs fèces, les sédiments situés en dessous des cages en matières organiques (Olapoju *et al.*, 2014). Les impacts peuvent alors être de divers ordres, tels que les blooms phytoplanktoniques, la diminution de la concentration en oxygène dissous, les odeurs nauséabondes, la perte ou modification d'habitats, les mortalités de poissons, etc., (Ouillet, 1999). La réalisation d'études environnementales est donc nécessaire pour

mieux comprendre les processus environnementaux liés à l'exploitation des fermes aquacoles en vue d'établir une politique de gestion durable des ressources en eau exploitées à des fins aquacoles. La pisciculture pouvant donc produire de grandes quantités de déchets organiques et nuire aux étangs piscicoles, ce travail réalisé dans les eaux des structures d'élevage de poissons à Abey et le lac alimentant ces structures a pour objectif de déterminer la structure du peuplement phytoplanctonique ainsi que l'état trophique de ces eaux à partir de ces micro algues.

## 1. Matériel et Methodes

### 1.1. Zone d'étude

La récolte des données s'est effectuée mensuellement de juillet à octobre 2022, dans la région d'Azaguié, située au nord-est de la ville d'Abidjan (Figure 1). Des structures d'élevage de poissons ont été visitées. Il s'agit : d'un étang en terre d'une superficie de 800 m<sup>2</sup> et de 2 m de profondeur, pour la station d'alevinage ; de cages flottantes d'une superficie de 25 m<sup>2</sup> et de 2 m de profondeur pour les sites de prégrossissement et de grossissement. Un prélèvement a été également effectué dans le lac alimentant ces différentes structures d'élevage. Ces sites ont été choisis pour évaluer l'état trophique des étangs aux différents stades de développement des alevins. Ce site ne dispose que d'étang en terre pour le stade d'alevinage. Dans ces fermes, s'effectuent une production intensive de Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

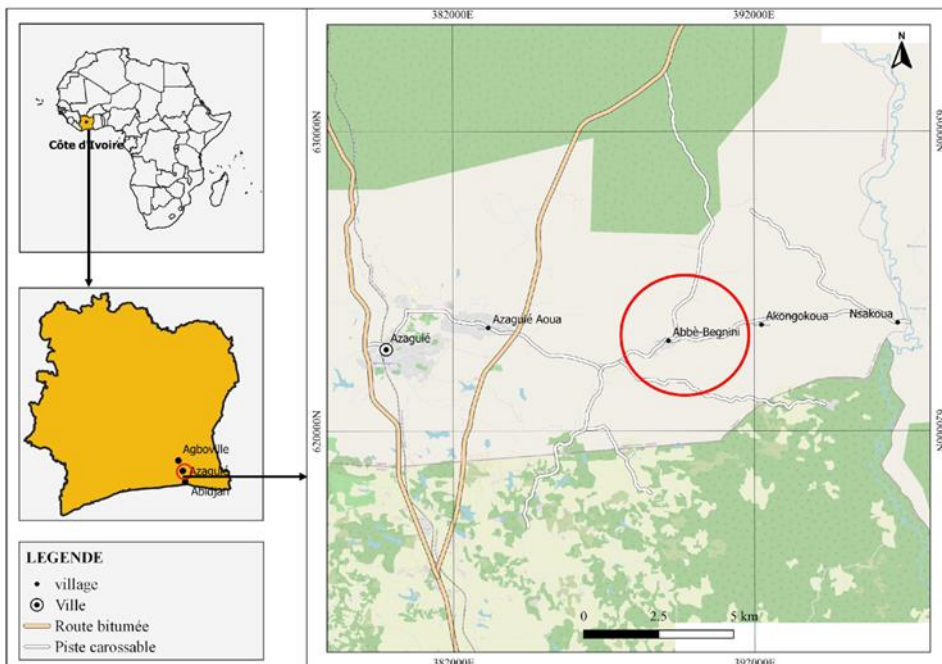


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

## 1.2. Mesure des paramètres physico chimiques

Des mesures *in situ* concernant les paramètres tels que la température (C°), le pH et l'oxygène dissous (mg/L) ont été effectuées à l'aide d'un multiparamètre portable de type HQ 40D. Un disque de Secchi a été utilisé pour déterminer la transparence (m). Les dosages des sels nutritifs en l'occurrence les nitrates (mg/L) et les orthophosphates (mg/L) ont été effectués à l'aide d'un spectrophotomètre Hach-Lange DR-6000.

## 1.3. Prélèvement, observation et comptage des échantillons phytoplanctoniques

Les prélèvements du phytoplancton ont été réalisés par traction horizontale sur une distance d'au moins 6 m à la surface de l'eau, à l'aide d'un filet à plancton de 20 µm de vide de maille. Le filtrat recueilli est transvasé et conservé dans un pilulier et fixé au formol à la concentration finale de 5%. Les observations ont été faites à l'aide d'un microscope photonique Olympus CKX 41 au laboratoire de planctonologie du Centre de Recherches Océanologiques. L'identification des différents taxons au niveau spécifique et/ou infra spécifique s'est faite grâce à l'utilisation des ouvrages de Bourrelly (1961 et 1985), Iltis (1980), Ouattara (2000), Kouassi (2013), Konan (2014) et Salla (2015).

Le comptage des cellules phytoplanctoniques a été effectué à l'aide de la cellule de Malassez et les densités ont été exprimées en Cellules/L.

## 1.4. Méthode d'analyse du peuplement phytoplanctonique

### 1.4.1. Indice de similarité de Jaccard

Cet indice varie de 0 (absence de similarité) à 1 (milieux identiques). La formule est la suivante :

$$C_j = \frac{j}{a + b - j}$$

$C_j$  = indice de similarité de Jaccard,  $j$  = nombre d'espèces communes aux deux stations,  $a$  = le nombre de taxons propres à la station 1,  $b$  = le nombre de taxons propres à la station 2.

### 1.4.2. Pourcentage d'occurrence

C'est le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre d'échantillons où l'espèce  $i$  apparaît et le nombre total d'échantillons de l'unité biocénotique considérée (Dajoz, 2000).

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

$F_i$  = nombre de relevés contenant l'espèce  $i$  ;  $F_t$  = nombre total de prélèvements effectués.

$F > 50$  p.c. : espèces constantes ;  $- 25$  p.c.  $< F < 50$  p.c. : espèces accessoires ;  
 $- F < 25$  p.c. : espèces accidentelles.

### 1.4.3. Indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ )

Il présente une quantité d'informations sur la structure du peuplement d'un échantillon donné et sur la manière dont les individus sont répartis au sein d'un écosystème. Il est calculé à partir de la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) \times \log_2(P_i)$$

Où :  $p_i$  = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce ;  $p_i = n_i/N$  ;  $S$  = nombre total d'espèces ;  $N$  = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon ;  $n_i$  = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon.

### 1.4.4. Indice d'équitabilité de Pielou

L'équitabilité a été utilisée afin de pouvoir comparer les diversités de deux peuplements ayant des nombres d'espèces différentes. Elle varie entre 0 et 1 et traduit la qualité d'organisation d'un peuplement (Dajoz, 2000). Sa formule est :

$$E = \frac{H'}{(\log_2) R_s}$$

Avec :  $E$  : indice d'équitabilité de Pielou ;  $H'$  : indice de diversité de Shannon ;  $R_s$  : nombre d'espèces.

### 1.5. Etude de l'état trophique

Les indices de composés A, B et C de Nygaard (1949) selon Thunmark (1945) ont été utilisés pour la détermination de la qualité trophique des différents milieux. L'indice A est le rapport de la somme du nombre d'espèces de quatre groupes d'algues typiques des conditions eutrophes (Cyanophycées, Chlorococcales, Centrales, Euglénophycées) sur le nombre d'espèces d'un groupe typique des conditions oligotrophes (Desmidiacées). L'indice B, est le quotient du nombre d'espèces de Chlorococcales et de Desmidiacées présents dans le milieu. L'indice C, dérivant des Diatomées, traduit le rapport du nombre d'espèces Centrales sur celui des Pennales.

Indice composé (Indice A)

$$A = \frac{\text{Cyanophycées} + \text{Chlorococcales} + \text{Centrales} + \text{Euglenophycées}}{\text{Desmidiacées}}$$

$0,3 < A < 1 =$  Milieu Oligotrophe ;  $1 < A < 2,5 =$  Milieu Mésotrophe ;  $2,5 < A < 5 =$  Milieu Eutrophe

Indice B

$$B = \frac{\textit{Chlorococcales}}{\textit{Desmidiacées}}$$

$B < 1 =$  Milieu Oligotrophe ;  $B > 1 =$  Milieu Eutrophe.

Indice C

$$C = \frac{\textit{Centrales}}{\textit{Pennales}}$$

$0 < C < 0,2 =$  Milieu Oligotrophe ;  $0,2 < C < 3 =$  Milieu Eutrophe

## 1.6. Analyse et traitement des données

Des analyses univariées, ont été réalisées avec le logiciel Statistica 7.1. Les données ne suivant pas la loi de distribution normale de Shapiro-wilk, le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis (test de comparaison multiple des rangs) a été utilisé. Le seuil de significativité de la valeur de probabilité pour chacun des tests est  $p < 0,05$ . Le logiciel Excel a été utilisé pour le calcul des moyennes, des écarts types et pour représenter les histogrammes des densités phytoplanctoniques. Le logiciel libre de cartographie QGIS a été utilisé pour la réalisation de la carte du milieu d'étude.

## 2. Resultats

### 2.1. Paramètres physico-chimiques

Le Tableau I présente les valeurs minimale, maximale, les moyennes et les écarts types des différents paramètres environnementaux, mesurés au niveau de chaque site d'échantillonnage. Les valeurs de la température ont oscillé entre 25,85 °C à la station lac en août et 31,44 °C à la station grossissement en octobre. Le mois d'octobre enregistre les valeurs de température les plus élevées au niveau de tous les sites. De façon générale, les valeurs du pH tendent vers la neutralité et la basicité avec des valeurs minimale et maximale respectives de 6,77 à la station lac en septembre et 7,58 à la station lac en août. Concernant les valeurs de l'oxygène dissous, les faibles valeurs ont été observées en juillet à toutes les stations et les valeurs maximales en septembre sauf au niveau du lac où la valeur maximale a été observée en octobre. Les valeurs de la transparence ont oscillé entre 0,3 m à la station alevinage en juillet et 1,07 m à la station grossissement en août. Les valeurs élevées ont été observées en août et septembre au niveau de tous les sites d'échantillonnage. Quant aux valeurs des sels nutritifs, les nitrates ont varié entre 0,02 mg/L à la station lac en août et 0,39 mg/L à la station lac en octobre. Quant aux orthophosphates, les valeurs ont oscillé entre 0 mg/L aux stations



d’alevinage et lac en juillet et 0,045 mg/L à la station lac en septembre. Les valeurs élevées des orthophosphates ont été observées en septembre à toutes les stations. Aucune différence significative n’a été observée pour les différents paramètres mesurés ( $p > 0,05$ ).

**Tableau I :** Valeurs maximale (Max), minimale (Min), moyenne (M) et écart type ( $\sigma$ ) des paramètres environnementaux. P. STATS = Paramètres statistiques, TEMP = Température, OD = Oxygène Dissous, TRP = Transparence,  $\text{NO}_3^-$  = Nitrates,  $\text{PO}_4^{3-}$  = Orthophosphates, ALEV = Alevinage, PREGR = Prégrossissement, GROS = Grossissement

SITES	P. STATS	TEMP	PH	OD	TRP	$\text{NO}_3^-$	$\text{PO}_4^{3-}$
ALEV	M	30,38	7,09	6,49	0,41	0,183	0,012
	Max	31,33	7,38	7,80	0,50	0,321	0,031
	Min	28,03	6,90	5,85	0,30	0,046	0,000
	$\sigma$	1,57	0,22	0,89	0,09	0,127	0,014
PREGR	M	28,57	7,23	7,66	0,69	0,138	0,010
	Max	31,33	7,45	11,02	1,03	0,320	0,028
	Min	27,38	6,91	2,52	0,50	0,054	0,002
	$\sigma$	1,85	0,23	4,12	0,25	0,123	0,012
GROS	M	28,71	7,15	6,88	0,68	0,161	0,013
	Max	31,44	7,37	10,16	1,07	0,390	0,029
	Min	27,40	6,82	2,30	0,40	0,045	0,001
	$\sigma$	1,84	0,24	3,37	0,29	0,158	0,012
LAC	M	27,16	7,12	5,48	0,77	0,149	0,016
	Max	30,30	7,58	9,67	0,87	0,397	0,045
	Min	25,85	6,77	1,99	0,60	0,026	0,000
	$\sigma$	2,12	0,35	3,18	0,13	0,168	0,021

## 2.2. Etude de la dynamique du phytoplancton

### 2.2.1. Composition du peuplement

Le Tableau II présente la distribution des différents taxons en fonction des sites d’échantillonnage. Un total de 66 taxons répartis en 5 embranchements ont été identifiés. Il s’agit des Euglenophyta avec 30 taxons, des Chlorophyta avec 24 taxons, des Bacillariophyta avec 8 taxons, des Cyanoprocaryota avec 3 taxons et des Dinophyta avec un seul taxon. Le nombre de taxons par station évolue pratiquement dans le même ordre de grandeur : 43 taxons pour l’étang d’alevinage, 41 pour l’étang de prégrossissement, 36 taxons pour l’étang de grossissement et 40 taxons pour le lac alimentant ces étangs. Les Euglenophyta sont restés dominants au niveau de tous les sites (Tableau II).



**Tableau II** : Distribution des taxons phytoplanctoniques en fonction des différents sites d'échantillonnage

TAXONS	STATIONS			
	alevinage	prégrossissement	grossissement	lac
<b>Euglenophyta</b>				
<b>Euglenophyceae</b>				
<b>Euglenales</b>				
<b>Euglenaceae</b>				
<i>Euglena proxima</i>	X	X	X	X
<i>Euglena anabaena</i>	X	X		
<i>Lepocinclis turbiniformis</i>	X			X
<i>Lepocinclis oxyrus</i> var. <i>charkowiensis</i>	X	X		
<i>Lepocinclis ovum</i>	X	X	X	X
<i>Lepocinclis salina</i>	X	X	X	X
<i>Lepocinclis spirogyra</i>			X	
<i>Lepocinclis acus</i>	X	X	X	X
<i>Phacus longicauda</i>	X	X	X	
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>insecta</i>		X		X
<i>Phacus lefevrei</i>	X	X		X
<i>Phacus onyx</i>	X	X	X	X
<i>Phacus helicoides</i>	X	X		X
<i>Phacus acuminatus</i>	X	X		X
<i>Phacus tortus</i>	X		X	X
<i>Phacus suecicus</i>		X	X	X
<i>Phacus</i> sp.	X	X	X	
<i>Strombomonas gibberosa</i>	X	X	X	X
<i>strombomonas fluviatilis</i>	X			X
<i>Strombomonas girardiana</i>	X	X		X
<i>Trachelomonas hispida</i>	X	X	X	X
<i>Trachelomonas bernardinensis</i>	X	X	X	
<i>Trachelomonas armata</i>	X		X	X
<i>Trachelomonas scabra</i>		X		
<i>Trachelomonas abrupta</i>		X	X	
<i>Trachelomonas dubia</i>	X		X	
<i>Trachelomonas</i> sp.1				X
<i>Trachelomonas</i> sp.2		X		
<i>Trachelomonas</i> sp.3			X	X
<i>Trachelomonas</i> sp.4	X			
<b>Chlorophyta</b>				
<b>Chlorophyceae</b>				
<b>Chlorococcales</b>				
<b>Scenedesmaceae</b>				
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	X			
<i>Scenedesmus nagelii</i>	X			
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	X	X		
<i>Scenedesmus</i> sp.		X		
<i>Coelastrum indicum</i>	X	X	X	X

<b>Selenastraceae</b>				
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>		X	X	
<b>Hydrodictyceae</b>				
<i>Pediastrum duplex</i>				X
<b>Neochloridaceae</b>				
<i>Tetraedron incus</i>	X	X	X	
<i>Tetraedron trigonum</i>		X	X	X
<b>Trebouxiophyceae</b>				
<b>Chlorellales</b>				
<b>Chlorellaceae</b>				
<i>Actinastrum gracillimum</i>	X	X	X	X
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	X		X	
<b>Oocystaceae</b>				
<i>Crucigeniella apiculata</i>	X	X		X
<b>Conjugatophyceae</b>				
<b>Desmidiiales</b>				
<b>Desmidiaceae</b>				
<i>Desmidium</i> sp.				X
<i>Cosmarium</i> sp.			X	
<i>Hyalotheca dissiliens</i>				X
<i>Staurodesmus subulatus</i>			X	X
<i>Staurastrum</i> sp.		X	X	X
<b>Closteriaceae</b>				
<i>Closterium</i> sp.		X		
<i>Closterium gracile</i>	X		X	X
<i>Closterium kuetzingii</i>			X	X
<b>Peniaceae</b>				
<i>Gonatozygon</i> sp.				X
<b>Zygnematales</b>				
<b>Zygnemataceae</b>				
<i>Spirogyra</i> sp.	X		X	X
<b>Oedogoniophyceae</b>				
<b>Oedogoniales</b>				
<b>Oedogoniaceae</b>				
<i>Oedogonium</i> sp.		X		
<b>Chlorophyceae</b>				
<b>volvocales</b>				
<b>volvocaceae</b>				
<i>Pandorina morum</i>		X	X	X
<b>Bacillariophyta</b>				
<b>Coscinodiscophyceae</b>				
<b>Aulacoseirales</b>				
<b>Aulacoseiraceae</b>				
<i>Aulacoseira granulata</i>	X	X		
<b>Melosirales</b>				
<b>Melosiraceae</b>				
<i>Melosira herzogii</i>	X	X	X	X
<b>Mischococcales</b>				
<b>Sciadiaceae</b>				
<i>Ophiocytium capitatum</i>	X		X	X

<b>Bacillariophyceae</b>				
<b>Naviculales</b>				
<b>Pinnulariaceae</b>				
<i>Pinnularia</i> sp.	X			
<b>Eunotiales</b>				
<b>Eunotiaceae</b>				
<i>Eunotia asterionelloides</i>	X	X		
<b>Fragilariales</b>				
<b>Fragilariaceae</b>				
<i>Fragillaria crotonensis</i>	X			
<i>Fragillaria virescence</i>	X			
<i>Ulnaria ulna</i>	X	X	X	X
<b>Cyanoprocaryota</b>				
<b>Cyanophyceae</b>				
<b>Chroococcales</b>				
<b>Chroococcaceae</b>				
<i>Chroococcus dispersus</i>		X	X	X
<i>Chroococcus limneticus</i>	X	X	X	X
<i>Aphanocapsa</i> sp.		X		X
<b>Oscillatoriales</b>				
<b>Oscillatoriaceae</b>				
<i>Oscillatoria</i> sp.		X		
<i>Spirulina</i> sp.	X			
<b>Dinophyta</b>				
<b>Peridinales</b>				
<b>Peridiniaceae</b>				
<i>Peridinium</i> sp.	X		X	X
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>40</b>

### Indices de similarité de Jaccard

Le Tableau III indique les valeurs des indices de similarité calculés entre les différentes stations. Ces valeurs évoluent entre 0,3 (prégrossissement-lac) et 0,52 (grossissement-lac). Les valeurs des indices d'alevinage et de prégrossissement, alevinage et grossissement, alevinage et lac, prégrossissement et grossissement sont respectivement de 0,45 ; 0,44 ; 0,43 et 0,42.

**Tableau III** : Indice de similarité de Jaccard entre les différents étangs

Stations	Indices de Jaccard
alevinage-prégrossissement	0,45
alevinage-grossissement	0,44
alevinage-lac	0,43
prégrossissement-grossissement	0,42
prégrossissement-lac	0,3
grossissement-lac	0,52

### Occurrence des différents taxons

L'étude de la fréquence d'occurrence a montré une forte proportion de taxons accidentels (39), dont 17 appartiennent aux Chlorophyta, 14 aux

Euglenophyta, 5 aux Bacillariophyta et 3 aux Cyanoprocaryota. Vingt (20) taxons accessoires ont été répertoriés dont 11 appartiennent aux embranchements des Euglenophyta, 6 aux Chlorophyta, 1 aux Bacillariophyta, 1 aux Cyanoprocaryota et 1 aux Dinophyta. Neuf (9) taxons sont constants, dont 5 appartiennent aux Euglenophyta, 2 aux Bacillariophyta, 1 aux Chlorophyta, 1 aux Cyanoprocaryota.

### Etude quantitative du peuplement phytoplanctonique

L'analyse des densités phytoplanctoniques dans notre milieu d'étude, a montré une forte prédominance des Bacillariophyta avec 47 240 552 cellules/L suivies des Cyanoprocaryota avec 24 660 000 cellules/L, des Euglenophyta avec 20 260 000 cellules/L, des Chlorophyta avec 17 160 000 cellules/L et des Dinophyta avec 120 000 cellules/L. Les densités les plus élevées ont été observées au niveau de la station lac avec 66 710 552 cellules/L et les plus faibles avec 11 310 000 cellules/L dans l'étang d'alevinage. Les tests statistiques ont montré une différence significative entre la densité phytoplanctonique du lac et celle de la station d'alevinage ( $p = 0,039 < 0,05$ ). La figure 2 montre les variations des densités absolues au niveau de chaque site d'échantillonnage. Au niveau de la station d'alevinage, la distribution spatio-temporelle des densités absolues oscille entre 1 960 000 Cellules/L au mois de septembre à 4 270 000 Cellules /L au mois d'août (Figure 2a). Pour la station de prégrossissement, les densités absolues oscillent entre 1 010 000 Cellules /L durant le mois de septembre et 7 980 000 Cellules /L au mois d'août (Figure 2b). Concernant la station de grossissement, les densités absolues oscillent entre 3 480 000 Cellules/ L durant le mois de septembre et 5 340 000 Cellules /L au cours du mois d'août (Figure 2c). Au niveau de la station lac, la distribution temporelle des densités absolues oscillent entre 4 560 000 Cellules /L au mois de juillet et 32 610 552 Cellules/L en septembre (Figure 2d).

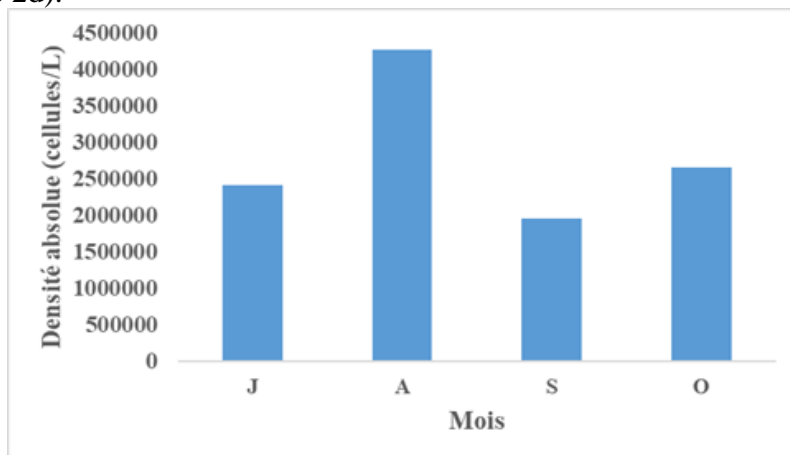
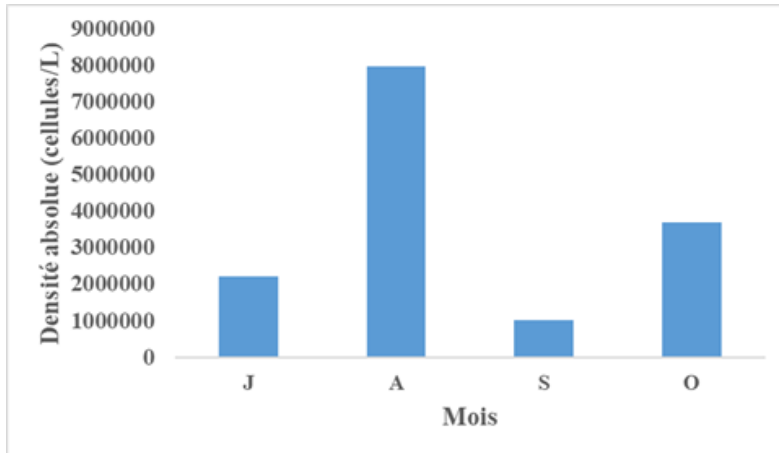
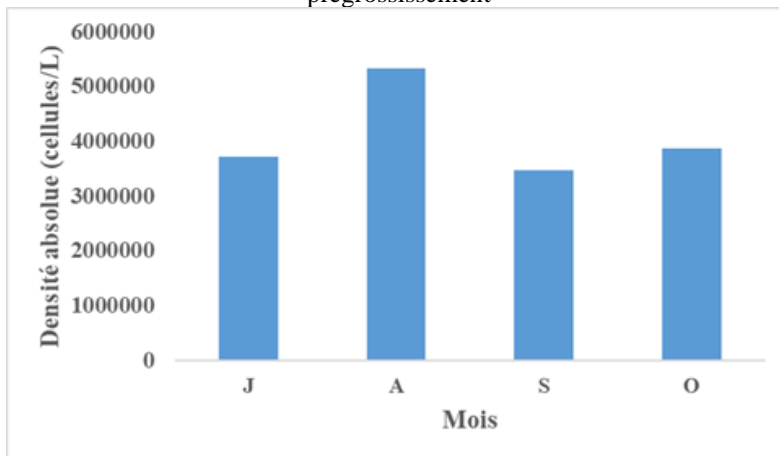


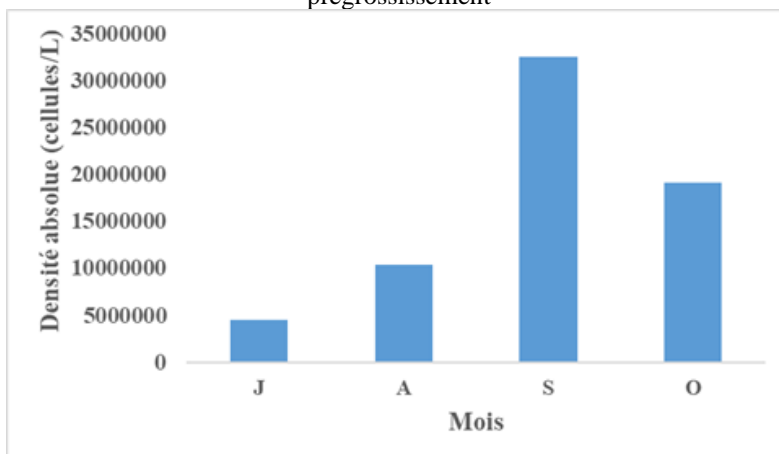
Figure 2a : Densités absolues des taxons phytoplanctoniques à la station d'alevinage



**Figure 2b :** Densités absolues des taxons phytoplanctoniques à la station de prégrossissement



**Figure 2c :** Densités absolues des taxons phytoplanctoniques à la station de prégrossissement



**Figure 2d :** Densités absolues des taxons phytoplanctoniques à la station lac

## Indices de Shannon et d'équitabilité

Les variations des indices de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) sont illustrées dans le Tableau IV. L'indice de diversité de Shannon varie de 0,43 bit/cellule à la station prégrossissement en septembre à 2,08 bit/cellule à la station alevinage en août. Dans l'ensemble, les valeurs les plus élevées ont été observées à la station d'alevinage avec une moyenne de 1,37 bit/cellule. Aucune différence significative n'a été observée pour ces indices ( $p > 0,05$ ). Concernant l'indice d'équitabilité, il a oscillé entre 0,39 en juillet à la station lac et 0,99 en août à la station d'alevinage. Les moyennes les plus élevées ont été observées aux stations d'alevinage et de grossissement. Une différence significative a été observée entre les stations d'alevinage et lac  $p = 0,039 < 0,05$ .

**Tableau IV :** Valeurs des indices de Shannon et d'équitabilité

INDICES	ALEVINAGE				PREGROSSISSEMENT				GROSSISSEMENT				LAC			
	J	A	S	O	J	A	S	O	J	A	S	O	J	A	S	O
SHANNON	1,24	2,08	0,86	1,32	0,81	0,7	0,43	1,24	1,1	0,96	1,14	1,2	0,48	0,81	1,08	1
EQUITABILITE	0,93	0,99	0,9	0,97	0,81	0,51	0,43	0,97	0,96	0,86	0,92	0,89	0,39	0,62	0,79	0,77

### 2.1.1. Etude de l'état trophique des sites d'échantillonnage

Les valeurs des indices trophiques sont consignées dans le Tableau V. Pour l'ensemble des stations, les indices de composé A varient entre 2,8 et 8,25 et indiquent des milieux eutrophes. Quant à l'indice B, il oscille entre 0,4 et 1,5. Les valeurs de cet indice, montrent que les stations d'alevinage et de prégrossissement sont eutrophes et les stations de grossissement et lac oligotrophes. L'indice diatomique C, évoluant de 0,6 à 2 indique des milieux eutrophes à toutes les stations.

**Tableau V :** Valeurs des indices de Nygaard aux différentes stations ; Eut = Eutrophe, Oli = Oligotrophe

INDICES	Station alevinage	Etat	Station prégrossissement	Etat	Station grossissement	Etat	Station Lac	Etat
A	8,25	Eut	8,25	Eut	3,12	Eut	2,80	Eut
B	1,25	Eut	1,50	Eut	0,50	Oli	0,40	Oli
C	0,60	Eut	0,60	Eut	2,00	Eut	2,00	Eut
	Eutrophe		Eutrophe		Mésotrophe		Mésotrophe	

## 3. Discussion

### 3.1. Paramètres physico-chimiques

Les résultats de cette étude ont montré que les eaux des structures d'élevage et du lac alimentant ces structures sont plus ou moins chaudes, légèrement acides à basiques, oxygénées et transparentes. Les valeurs de la température (25,85-31,33°C), du pH (6,77-7,58), de l'oxygène dissous (2,3–11,02 mg/L) et de la transparence (0,3–1,07 m) sont comprises dans la gamme tolérable pour l'élevage de *Oreochromis niloticus* dont les valeurs extrêmes tolérables sont de 7-41°C pour la température, de 5-11 pour le pH, de 0,1 mg/L

pour l'oxygène dissous et 20 cm pour la transparence (Coulibaly *et al*, 2019). Hormis les résultats de la température et du pH, qui corroborent ceux de Coulibaly *et al.*, (2019) qui ont travaillé sur les eaux des étangs et du barrage d'une ferme piscicole en étang au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, les valeurs de l'oxygène dissous et de la transparence des sites étudiés sont largement supérieures. Les variations de la transparence résulteraient de la décomposition des déchets et excréments issus des poissons, du reste d'aliments non consommés par les poissons (Bahri, 2009) et surtout des apports provenant des eaux de ruissellement. Les faibles valeurs de la transparence observées en juillet, qui est un mois pluvieux, seraient dues à ces eaux de ruissellement chargées en matières terrigènes. Concernant les valeurs moyennes du pH et l'oxygène dissous, respectivement de 7,14 et 6,62 mg/L ; elles sont similaires aux valeurs moyennes du pH (7-7,5) et de l'oxygène dissous (4,2-6,6 mg/L) dans la ferme piscicole « ferme Attah » à Agboville. Les valeurs des sels nutritifs dans les structures d'élevage et du lac (0,02 -0,39 mg/L pour les nitrates et 0 – 0,045 mg/L pour les orthophosphates) sont faibles comparativement aux valeurs des orthophosphates (1,93-2,13 mg/L) et des nitrates (9,31- 9,58 mg/L) obtenues par le MIRAH & la JICA (2019) lors de la relance de la production piscicole continentale en Côte d'Ivoire. Cependant, les valeurs des nitrates obtenues dans cette étude sont du même ordre de grandeur que celles obtenues par Ipungu *et al.* (2015) dans les étangs fertilisés au Congo (0,07 mg/L). De faibles valeurs d'orthophosphates ont été également observées dans les étangs piscicoles des vallées de Kimwenza à Kinshasa,  $0,31 \pm 0,19$  mg/L (Ntumba *et al.*, 2016). Les valeurs des nitrates obtenues, valeurs inférieures à 10 mg/L, sont dans les normes pour une aquaculture saine, par contre celles des orthophosphates atteignant 0,045 mg/L, supérieures à la norme (0,01 mg/L) indiquent des eaux qui tendent vers une eutrophisation probable (MEDD & Agences de l'eau, 2003).

### 3.2. Peuplement phytoplanctonique

L'inventaire du phytoplancton dans les étangs piscicoles du lac de barrage Abey et du lac alimentant ces étangs a permis de répertorier 66 taxons, répartis en 5 embranchements : les Euglenophyta, les Chlorophyta, les Bacillariophyta, les Cyanoprocaryota et les Dinophyta. Des études menées en pisciculture rurale dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire (Dabbadie, 1996) ont permis de recenser les mêmes grands groupes sauf les Dinophyta qui étaient absents. De plus dans ces étangs, ce sont les Cyanobactéries qui ont prédominé contrairement aux nôtres où ce sont les Euglenophyta qui ont obtenu le plus grand nombre de taxons. La prolifération d'Euglénophytes est un problème courant dans la plupart des étangs d'aquaculture. Le nombre élevé d'euglènes dans les plans d'eau indique une pollution organique (Rahman *et al.*, 2012). Selon Hallegraeff (1993), le nombre important des



Euglenophyta entraîne souvent une dégradation de l'environnement qui entrave la croissance des poissons. Cependant, signalons que le nombre de taxons d'Euglenophyta observés dans la présente étude sont faibles par rapport à ceux observés par Grogga (2019), Kra (2016) et Bamba (2007) avec respectivement 54 taxons dans les étangs de Kossou, 49 taxons dans la station piscicole du CNRA de Bouaké et 43 taxons dans les étangs piscicoles de Blondéy. Le groupe des Chlorophyta qui seconde celui des Euglenophyta avec 24 taxons est un groupe tout aussi important en pisciculture. Les espèces de ces deux groupes (Chlorophyta et Euglenophyta) se comportent comme des espèces accompagnatrices. Selon Konan (2014), les Euglenophyta ne peuvent produire des pics de biomasse, qu'en association avec des Chlorophyta. Parmi les différents groupes issus de cette étude, se trouvent également un groupe important que sont les Cyanoprocarvota ou Cyanobactéries. Malgré leur faible richesse floristique (3 taxons), elles présentent la densité la plus élevée après celle des Bacillariophyta. Au niveau des densités phytoplanctoniques, l'abondance des Cyanobactéries observée s'expliquerait par le fait qu'elles se caractérisent par une très grande plasticité écologique et grâce à leur capacité d'adaptation, elles colonisent la plupart des écosystèmes aquatiques d'eaux douces (Lévi *et al.*, 2006 ; Lavoie *et al.*, 2007). L'espèce *Chroococcus limneticus* est responsable de cette densité élevée, avec 16 920 000 Cellules/L. *Chroococcus limneticus* fait partie des espèces appartenant aux 20 genres les plus cités en écologie (Feuillade, 1989). Leur prolifération, tout comme les autres Cyanobactéries, augmente la turbidité de l'eau, ce qui limite la croissance des autres producteurs primaires et se traduit par d'importants changements dans la composition en espèces des communautés aquatiques (Lavoie *et al.*, 2007, Paerl *et al.*, 2011). En effet, les floraisons de cyanobactéries causent des problèmes écologiques et de santé publique et entraînent d'importantes pertes économiques. Elles peuvent aussi causer l'hypoxie des zones situées en profondeur lorsque leur décomposition par les bactéries hétérotrophes épuise l'oxygène dissous disponible, entraînant la mort d'invertébrés et de poissons (Paerl *et al.*, 2011). Quant aux fortes densités des Bacillariophyta observées, elles sont dues comme l'a signalé Niamien-Ébrottié (2010), au fait que les taxons de ce groupe sont bien représentés dans les eaux continentales de la Côte d'Ivoire. Elles ont aussi la capacité de proliférer dans tous les écosystèmes aquatiques et seraient les plus inventoriés dans le monde. L'espèce *Melosira herzogii* avec une densité de 43 300 552 Cellules/L est responsable des densités élevées de Bacillariophyta et pourrait entraîner une eutrophisation de ces sites si la prolifération de cette espèce perdure. Les densités élevées au niveau du lac, résulteraient du fait que l'eau du lac est un milieu ouvert et aussi à la profondeur du lac atteignant 4 m. On assiste donc à un renouvellement de ces eaux favorisant la multiplication des espèces algales contrairement aux structures d'élevage qui subissent une

pollution organique due à l'alimentation des poissons entraînant une turbidité de ces milieux. Des études menées sur le régime alimentaire de *O. Niloticus* par Mukankomeje *et al.*, (1994) sur le lac de Muhazi au Rwanda et Konaté *et al.*, (2022) sur le lac Ayamé 1 en Côte d'Ivoire ont montré respectivement une préférence alimentaire de Cyanobactéries et de diatomées (Bacillariophycées). Les taxons *Oscillatoria* sp. (Cyanobactéries) et *Aulacoseira* sp. (Diatomées) retrouvés dans les contenus stomacaux de *O. Niloticus* ont été retrouvés dans les eaux du lac de barrage Abey, avec des densités respectives de 1 000 00 Cellules/L et 1 380 000 Cellules/L.

L'étude des variations spatiales et saisonnières des indices de diversité indique que le peuplement phytoplanctonique est assez diversifié. En effet, d'après Frontier (1983), dans les milieux exceptionnellement diversifiés, l'indice de diversité de Shannon ne dépasse guère 4,5. Une telle observation montre que les rivières hébergent une flore algale aux exigences écologiques variées (Wetzel, 1983). Cela, pourrait également justifier les faibles ressemblances observées au niveau des indices de similarité entre les différents sites. Cette étude a également révélé une abondance de taxons accidentels qui pourrait être attribué par le transport des filets de pêche ou par les eaux de ruissellement.

### **3.3. Etude de l'état trophique**

Les valeurs obtenues au niveau de nos différents sites d'échantillonnages indiquent une eutrophisation des sites d'alevinage et de prégrossissement. Quant aux structures de grossissement et au niveau du lac, on observe un état de mésotrophie. En effet, les poissons aux différents stades sont nourris 6, 4, et 3 fois par jour, respectivement aux sites d'alevinage, de prégrossissement et de grossissement. L'état eutrophe des sites d'alevinage et de prégrossissement pourrait être dû au reste d'aliments non consommés qui entraîne une charge trop importante en nutriments. De plus, dans un milieu aquatique, le nombre relatif d'espèces représentant les différents groupes taxinomiques dans un échantillon du phytoplancton traduirait l'état écologique du milieu (Brook, 1965). Il a été démontré que dans un milieu eutrophe, le nombre d'espèces de Chlorococcales serait plus important que le nombre de Desmidiaceae, et les conditions inverses dans les lacs oligotrophes (Rawson, 1956). Dans le cadre de notre travail, il a été effectivement constaté un nombre élevé de Chlorococcales que de Desmidiaceae dans les étangs d'alevinage et de prégrossissement ; ce qui traduit l'état d'eutrophie. Aussi, l'absence des groupes Chrysophyta, Xanthophyta, Pyrrophyta pourrait également justifier l'état eutrophe des sites d'alevinage et de prégrossissement. Selon Nicholls *et al.*, 1995, ces groupes de phytoplancton se développent mieux dans les écosystèmes aquatiques oligotrophes. Dans le cadre de ce travail, certaines

espèces caractéristiques de milieux eutrophes en l'occurrence, *Aulacoseira granulata*, *Pandorina morum* et *Scenedesmus quadricauda* ont été observées.

## Conclusion

Hormis les valeurs des orthophosphates, qui sont au-delà de la norme pour les activités piscicoles, les valeurs des autres paramètres physico-chimiques, sont adaptées à l'élevage des poissons. Concernant l'étude du peuplement phytoplanctonique, 66 taxons répartis en 5 embranchements ont été dénombrés, avec une prédominance de l'embranchement des Euglenophyta. De fortes abondances de Bacillariophyta suivies des Cyanoprocaroyota ont été observées. La prolifération des espèces *Chroococcus limneticus* et *Melosira Herzogiii* atteignant plusieurs millions de cellules/L, sont les taxons potentiels qui pourraient entraîner une eutrophisation, une anoxie des sites étudiés et la mortalité des poissons. Les indices d'eutrophie basés sur la composition du peuplement, ont montré un milieu eutrophisé pour les étangs d'alevinage et de prégrossissement et si on n'y prend garde, pour l'étang de grossissement et du lac. En effet le lac tend de l'état mésotrophe à l'état eutrophe. L'effet combiné des orthophosphates élevés, de la présence des taxons indicatrices d'eutrophie, *Aulacoseira granulata*, *Pandorina morum* et *Scenedesmus quadricauda* et les densités élevées de *Chroococcus limneticus* et *Melosira Herzogiii* pourraient entraîner une eutrophisation des structures d'élevage et du lac et constituer un frein au bon rendement de cette activité piscicole.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

**Disponibilité des données :** Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

**Déclaration de financement :** Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

## References:

1. Ahoussi E.K., Soro N., Koffi B.Y., Soro G. & Bimé J. (2013). Étude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'ouest montagneux de la côte d'ivoire ; cas du village de Mangouin-Yrongouin (sous- préfecture de Biankouman). *Journal of Applied Biosciences*, pp 4703-4719.
2. Bahri A. (2009). Contribution à la valorisation des eaux aquacoles dans l'amélioration de la production de l'oignon et de la laitue (cas de Kef es Soltane Ouargla). Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du

- Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Université Kasdi-Merbah- Ouargla, 99 p.
3. Bamba Y. (2007). Production en étang du tilapia *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) nourrit avec des sous-produits agricoles sans adjonction de la farine de poisson. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 155 p.
  4. Bourrelly P. (1961). Algues d'eau douce de la République de Côte d'Ivoire. *Bulletin de l'institut Français de l'Afrique Noire*, série A, 23(2) : 283-374.
  5. Bourrelly P. (1985). Les Algues d'eau douce : Initiation à la systématique. Tome III : Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des Éditions Boubée, Paris (France), 606 p.
  6. Brook A. J. (1965). Planktonic algae as indicators of lake types with special reference to the Desmidiaceae. *Limnol. Oceanogr.* 10: 403 – 411. Rawson D.S., 1956. Algal indicators of trophic lake types. *Limnol. Oceanogr.* 1 : 18 – 25.
  7. Coulibaly S., N'Goran V. K. & Atsé C.B. (2019). Etude Comparative de la qualité des eaux des étangs et du Barrage d'une ferme piscicole en étang au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal Vol.15, No.24*, 42-58 pp.
  8. Dabbadie L. (1996). Étude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire : Approche du réseau trophique. Thèse de Doctorat, Université Paris VI, France, 208 p.
  9. Dajoz R. (2000). *Precis d'Ecologie*. 7eme edition, Editions Dunod, Paris, 615 p.
  10. Feuillade J. (1989). Quelques aspects de l'écologie des cyanobactéries planctoniques d'eau douce, *Bulletin de la Société Botanique de France*. Actualités Botaniques, 136 :1, 83-97.
  11. Frontier S. (1983). *Stratégies d'Echantillonnage en Ecologie*. Editions Masson, Paris, 553p.
  12. Grogan N., Akedrin T. N., Kouadio A. D. & Konan K. F. (2019). Diversité et dynamique du peuplement des Euglénophytes en pisciculture en cages flottantes du lac de Kossou (centre de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Development Research Vol. 09*, Issue, 09, pp. 30038-30045.
  13. Hallegraeff G.M. (1993). A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, 32(2): 79-99.
  14. Iltis A. (1980). Les Algues. In : Durand J.R. et Lévêque C. (Eds). *Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-soudanienne*. Tome I. Éditions

- O.R.S.T.O.M. Collection Initiation- Documents Techniques n°44, Paris, pp. 9-61.
15. Iltis A. (1984). Biomasses phytoplanctoniques de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 118 : 153-175.
  16. Ipungu L., Ngoy K., Banze K., Lumfwa K. & Kafund M. (2015). L'étude de la croissance de *Oreochromis niloticus* par la fertilisation des étangs : le cas de la ferme NaviunduLubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 91 : 8503 –8510.
  17. Konan E. S. (2014). Distribution spatio-temporelle du peuplement phytoplanctonique en relation avec les facteurs abiotiques de la lagune de Fresco. Thèse de doctorat unique, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire. 177 p.
  18. Konaté S., Yéo M. G., Konan S.E., Etchian O.A., Ouattara I. N., Alla Y. L. & Blé C. M. (2022). Effect of Seasonality on the Diet and Biochemical Composition of the Stomach Contents *Tilapia Sarotherodon melanotheron melanotheron* (Rüppell, 1852) in three Aquatic Ecosystems of Côte d'Ivoire (Sector VI of Ebrié lagoon, Ayamé Lake 1 and Aby-Nord lagoon), *Asian Journal of Applied Sciences* Volume 10 – Issue 6, 9p.
  19. Kouassi B.A.T. (2013). Taxinomie, composition floristique et dynamiques spatio- saisonnières des algues périphytiques de la retenue d'eau d'Adzopé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Option : Phycologie, Université Félix Houphouët-Boigny, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 206 p.
  20. Kra Y.Q.F. (2016). Inventaire du phytoplancton, implication trophique et risques sanitaires pour *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) en milieu d'élevage. Mémoire de Master, Option : Hydrobiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 64 p.
  21. Lahsen A. & Cheryl C. (2015). La Pêche et l'Aquaculture dans le Contexte de l'Économie Bleue. 17p.
  22. Lavoie I., Warwick F. V., Reinhard P. & Painchaud J. (2003). Effet du débit sur la dynamique temporelle des algues périphytiques dans une rivière influencée par les activités agricoles. *Revue des Sciences de l'eau*, 16 (1) : 55-77.
  23. Lévi Y., Harvey M., & Cervantes P. (2006). Evaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et activités récréatives. Rapport AFSSA/AFSSET, France, 232 p.
  24. MEDD & Agences de l'eau, (2003). Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau), Grilles d'évaluation version 2. 40p.

25. 25. MIPARH. (2003). Bilan-diagnostic et prospectives pour la relance du secteur pêche et aquaculture en Côte d'Ivoire : Rapport provisoire.
26. 26. MIPARH. (2009). Atelier sur le projet d'Amélioration Génétique du Tilapia du Nil dans le bassin du Volta. Actes de l'atelier.
27. 27. MIRAH & JICA. (2019). Rapport final : Projet de relance de la production piscicole continentale en république de Côte d'Ivoire / PREPICO.
28. 28. Mukankomeje R., Laviolette F. & Descyi J.P. (1994) Régime alimentaire de Tilapia, *Oreochromis niloticus*, du Lac Muhazi (Rwanda). *Annl's Limnol.* 30 (4) : 297-312.
29. 29. Niamien-Ébrottié J. E. (2010). Composition et distribution spatio-temporelle des peuplements d'algues de quatre rivières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Soumié, Eholié, Ehania et Noé). Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Cote d'Ivoire, 146 p
30. 30. Nicholls R. J., Mimura N. & Topping J. C. (1995). Climat changement en Asie du Sud et du Sud-Est : quelques implications pour la zone côtière. *Journ. of Glob. Environ. Engineer.*, 37 (3): 369 – 379.
31. 31. Ntumba M.J.M., Mbadu Z.V. & Kilolo K.V. (2016). Evaluation de la gestion des étangs piscicoles des vallées de Kimwenza dans la commune de Mont Ngafula / Kinshasa, R.D. Congo. *Congo Sciences*, 4 (2): 124-134.
32. 32. Nygaard G. (1949). Hydrobiological studies of some Danish ponds and lakes. II. The quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms *K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr.* 7 (1): 1 – 293.
33. 33. Olapoju O.A. & Edokpayi C.A. (2014). Ecological study on the impact of mariculture fish cage site on the physico-chemical characteristics of Lagos Lagoon, south western Nigeria. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, p. 8.
34. 34. Ouattara A. (2000). Premières données systématiques et écologiques du phytoplancton du lac d'Ayamé (Côte-d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Faculteit Wetenschappen, Instituut voor Plantkunde, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique, 207 p., 19 pl.
35. 35. Ouellet G. (1999). Les rejets des stations piscicoles et leurs impacts environnementaux, Session de perfectionnement planifiée par le Comité de développement des ressources humaines de la table filière en aquiculture d'eau douce, organisée par l'Association des Aquiculteurs du Québec, 43 p.
36. 36. Paerl, H.W., Hall, N.S. & Calandrino, E.S. (2011). Controlling harmful cyanobacterial blooms in a world experiencing anthropogenic and climatic-induced change. *Science of The Total Environment* 409 (10), 1739-1745.

37. 37. Price C., Black D. K., Hargrave T. B., & Morris A. J. (2015). Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. *Aquacult. Environ. Interact.* 6 : 151-174.
38. 38. Rahman M.S., Shahjahan M., Haque M.M. & Khan S. (2012). Control of euglenophyte bloom and fish production enhancement using duckweed and lime. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(3) : 602-617.
39. 39. Salla M. (2015). Taxonomie, composition et distribution spatio-saisonnière du phytoplancton des rivières tropicales cotières Boubo et Mé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Felix Houphoet-Boigny, Abidjan; Côte d'Ivoire, 263 p.
40. 40. Thunmark S. (1945). Zur Soziologie des Süßwasserplanktons. *Folia Limnol. Scand.* Vol. 3: 1 – 66.
41. 41. Wetzel, R. G. (1983). *Limnology*. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 200 p.