

Flore algale du contenu stomacal des tilapias des étangs piscicoles du Nord-Ouest Cameroun

**Bernadette NOUMSSI^{1*}, Francis KOM MELIPHE¹, Victor François NGUETSOP²,
Théophile FONKOU² et Joseph TCHOUMBOUE³**

¹ *University of Buea, Life Science laboratory, PO Box 63 Buea, Cameroon*

² *Université de Dschang, Laboratoire de Botanique Appliquée, BP 67 Dschang, Cameroon*

³ *Université de Dschang, Laboratoire d'Hydrologie et Ichthyologie Appliquée, BP 222 Dschang, Cameroon*

(Reçu le 21 Janvier 2023 ; Accepté le 25 Février 2023)

* Correspondance, courriel : bebs052001@gmail.com

Résumé

Cette étude visait à identifier les algues consommées par *Oreochromis niloticus* dans quatre étangs piscicoles fertilisés du Nord-Ouest Cameroun et à évaluer les variations saisonnières de cette flore stomacale. Vingt tilapias ont été prélevés chaque mois pendant 12 mois (2011) dans les étangs de Nkwen (Bamenda) et Mbengwi, immédiatement fixés dans du formol à 90 %, puis disséqués pour extraire le contenu stomacal. Les observations microscopiques ont été réalisées au microscope optique Olympus BHT-2 (grossissement 1000×) et les taxons identifiés à l'aide de clés spécialisées. Au total, 109 espèces d'algues, réparties en cinq classes (Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae et Dinophyceae), ont été recensées. Les Chlorophyceae dominaient nettement (33,4 % en saison des pluies et 32,2 % en saison sèche), suivies par les Cyanophyceae et Euglenophyceae (18-27 %). Les abondances relatives étaient significativement plus élevées en saison des pluies ($p < 0,05$, ANOVA), de même que la richesse spécifique. Ces résultats ont mis en évidence une consommation sélective des tilapias en période pluvieuse et soulignent l'influence saisonnière sur la disponibilité et la préférence algale. Ils contribuent à une meilleure compréhension du régime alimentaire naturel de l'espèce et ouvrent des perspectives pour l'optimisation de l'alimentation en pisciculture extensive en zone soudano-guinéenne d'altitude.

Mots-clés : *algues, contenu stomacal, Oreochromis niloticus, tilapia, variations saisonnières, étangs piscicoles, Cameroun.*

Abstract

Algal flora in the stomach contents of tilapias from fish ponds in North-West Cameroon

This study aimed to identify the algae consumed by *Oreochromis niloticus* in four fertilized fish ponds in North-West Cameroon and to assess the seasonal variations of this stomach algal flora. Twenty tilapias were collected monthly over 12 months (2011) from ponds in Nkwen (Bamenda) and Mbengwi, immediately fixed in 90 % formalin, and dissected to extract the stomach contents. Microscopic observations were performed using an Olympus BHT-2 optical microscope (1000 × magnification), and taxa were identified

using specialized identification keys. A total of 109 algal species, distributed across five classes (Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae, and Dinophyceae), were recorded. Chlorophyceae clearly dominated (33.4 % in the rainy season and 32.2 % in the dry season), followed by Cyanophyceae and Euglenophyceae (18–27 %). Relative abundances were significantly higher during the rainy season ($p < 0.05$, ANOVA), as was species richness. These results highlight selective consumption by tilapias during the rainy period and underscore the seasonal influence on algal availability and feeding preference. They contribute to a better understanding of the species' natural diet and offer perspectives for optimizing feeding practices in extensive aquaculture in high-altitude Soudano-Guinean zones.

Keywords : *algae, stomach contents, Oreochromis niloticus, tilapia, seasonal variations, fertilized ponds, Cameroon.*

1. Introduction

L'explosion démographique mondiale accentue fortement la pression sur les ressources alimentaires, avec environ 828 millions de personnes sous-alimentées en 2021 selon le rapport de la FAO sur l'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde [1]. Cette situation est particulièrement préoccupante en Afrique subsaharienne, où la production halieutique reste largement insuffisante pour répondre à la demande croissante en protéines animales de qualité [2, 3]. Au Cameroun, pays où le poisson constitue une source protéique essentielle pour une large partie de la population, la production piscicole nationale est estimée à environ 150 000–170 000 tonnes par an (dont une part croissante issue de l'aquaculture), alors que les besoins sont évalués à plus de 400 000 tonnes [2, 4]. Ce déficit structurel oblige le pays à importer annuellement entre 200 000 et 240 000 tonnes de poisson, pour un coût dépassant souvent 180 milliards de FCFA, pesant lourdement sur la balance commerciale [2, 4]. Dans ce contexte, l'aquaculture, principalement basée sur les étangs fertilisés organiquement ou inorganiquement, représente une opportunité stratégique majeure pour accroître la production locale de manière durable et accessible aux petits producteurs [5]. Cependant, cette forme d'élevage reste limitée par le manque de données précises sur la nutrition naturelle des poissons, en particulier chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), espèce herbivore/détritivore dominante dans les systèmes africains [5, 6]. Le régime alimentaire de *O. niloticus* repose en effet largement sur le phytoplancton et le périphyton présents dans les étangs, les algues constituant la base trophique principale et contribuant significativement à l'apport énergétique et protéique [7, 8]. Des études antérieures ont clairement démontré que la composition et l'abondance de la flore algale dans les étangs influencent directement la croissance, la survie et le rendement piscicole global [9, 10]. Par exemple, une biomasse algale abondante et diversifiée favorise une meilleure conversion des nutriments fertilisants en production de poisson, réduisant ainsi la dépendance aux aliments artificiels coûteux [9]. Malgré ces avancées, au Cameroun, les travaux portant sur l'analyse précise des algues ingérées par *O. niloticus* en fonction des variations saisonnières restent rares et fragmentaires, contrairement aux pays voisins comme l'Éthiopie (où le phytoplancton domine le régime dans plusieurs lacs), le Rwanda ou le Burkina Faso, où des études ont mis en évidence la sélectivité alimentaire et les variations saisonnières [11, 12]. Une meilleure connaissance de la flore stomacale algale permet non seulement d'identifier les préférences alimentaires et le degré de sélectivité du tilapia, mais aussi d'évaluer le potentiel des algues locales comme alternative durable et économique aux farines de poisson importées, dans un contexte marqué par la hausse continue des coûts des intrants alimentaires [13, 14]. La présente étude vise à identifier et à caractériser les algues présentes dans le contenu stomacal des tilapias (*Oreochromis niloticus*) élevés dans des étangs fertilisés du Nord-Ouest Cameroun, région d'altitude caractérisée par des conditions climatiques et limnologiques spécifiques. Elle analyse également les variations saisonnières de l'abondance relative de cette flore algale ingérée, afin de fournir des bases scientifiques pour l'optimisation de la gestion des étangs et l'amélioration de la productivité de la pisciculture en zone d'altitude.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude

L'étude a été conduite en 2011 dans le centre piscicole du MINEPIA à Nkwen (Bamenda) (**Figure 1**) région du Nord-Ouest Cameroun ($5^{\circ}57'N$ - $10^{\circ}08'E$). La zone est caractérisée par un climat soudano-guinéen d'altitude avec une saison des pluies longue (avril-octobre, 397-447 mm/mois) et une saison sèche courte (novembre-mars, 204-228 mm/mois), températures moyennes $25-27^{\circ}C$ [15]. Quatre étangs de dérivation en terre (superficie moyenne 200 m^2) alimentés par des rivières ont été sélectionnés. Les étangs étaient fertilisés avec lisier de porc, fiente de volaille et provende distribuée trois fois par jour.

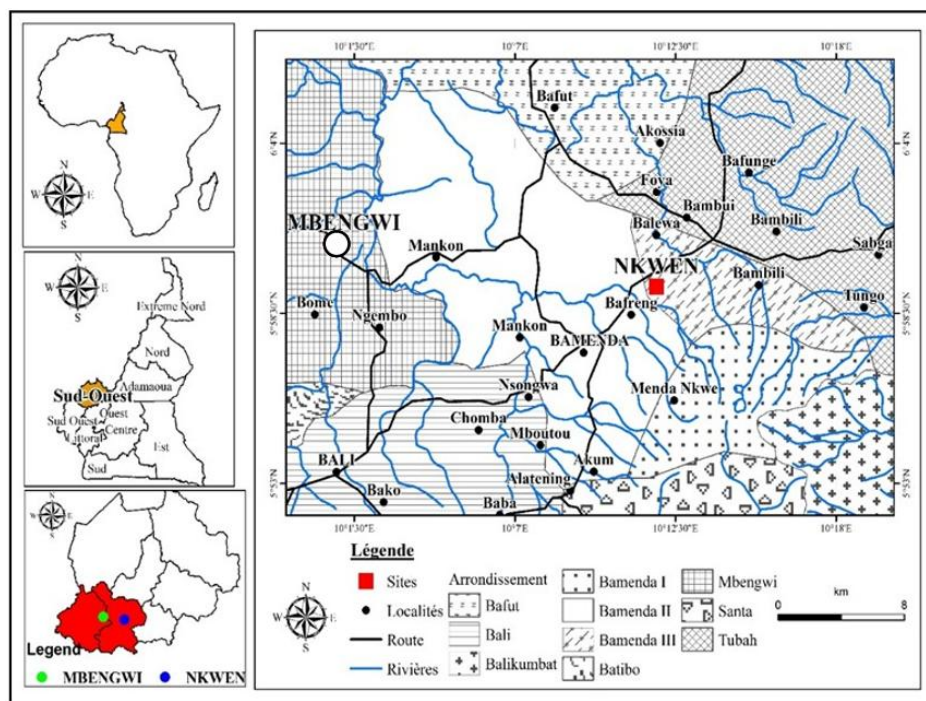


Figure 1 : Site de l'étude

2-2. Collecte et analyse des contenus stomacaux

Cinq tilapias par étang ont été pêchés mensuellement (20 individus/mois, total 240 sur 12 mois). Les poissons ont été immédiatement fixés en formol 90 % et transportés au Laboratoire d'Ichtyologie de l'Université de Dschang pour dissection. Le contenu stomacal a été extrait, dilué et observé au microscope optique Olympus BHT-2 (grossissement $1000\times$ avec immersion). L'identification a utilisé les clés décrites par Bourrelly sur des inventaires taxonomiques détaillés dans des régions tropicales ou insulaires, centrés principalement sur les Chlorophycées (surtout Desmidiées) et Charophycées, diatomées souvent exclues [16, 17]. Bourrelly a également décrit des monographies régionales de synthèse taxonomique couvrant plusieurs groupes d'algues d'eau douce, souvent à visée pédagogique servant de clés taxonomiques [18, 19]. Des études successives et cohérentes (même revue, même zone) décrivant la flore algale du lac Tchad par groupe taxonomique, avec un fort accent sur les Cyanobactéries et Chlorophycophytes ont été réalisées par compere [20 - 22]. Dans le même objectif pédagogique, Gasse a écrit un ouvrage de référence taxonomique et écologique exclusivement dédié aux diatomées (Bacillariophyceae) d'une vaste zone africaine, avec données sur la distribution écologique [23]. L'abondance relative et la fréquence d'occurrence ont été calculées.

2-3. Analyses statistiques

L'abondance relative considère uniquement le nombre d'observations d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces.

$$Iab = \frac{ni}{Nt} 100 \quad (1)$$

ni = nombre d'individus de l'espèce i ; Nt = nombre total d'individus.

Les différences entre saisons et étangs ont été testées par ANOVA (logiciel GraphPad Prism), avec seuil de significativité $p < 0,05$.

3. Résultats

3-1. Diversité taxonomique des algues dans le contenu stomacal des tilapias

Un total de 109 espèces d'algues, réparties en 5 classes (Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae et Dinophyceae), 18 familles et 44 genres, ont été identifiées dans les contenus stomacaux de 240 tilapias (*Oreochromis niloticus*) analysés, provenant des quatre étangs fertilisés du Nord-Ouest Cameroun. Cette diversité algale reflète la richesse trophique des étangs en zone d'altitude, où le tilapia exploite à la fois le phytoplancton planctonique et le périphyton attaché, en accord avec son régime herbivore/détritivore opportuniste. Le **Tableau 1** présente la liste des espèces principales identifiées dans le contenu stomacal des tilapias selon les étangs (E1 à E4) et les saisons (SP = saison des pluies, SS = saison sèche, TS = toute saison). Les signes indiquent la fréquence d'apparition : +++ = présente tous les mois de la saison, ++ = 2-3 mois, + = 1 mois seulement. En saison des pluies (SP), les espèces dominantes incluaient *Lepocinclis ovum* (Euglenophyceae, +++ dans plusieurs étangs), *Monoraphidium aciculare* (Chlorophyceae, +++), *Microcystis densa* (Cyanophyceae) et *Euglena acus* (Euglenophyceae). Ces taxons, coloniaux ou unicellulaires mobiles, bénéficient des apports nutriments élevés (ruissellement, fertilisation organique) et des turbulences pendant la période pluvieuse, favorisant leur prolifération et leur disponibilité comme proies filtrées par le tilapia. En saison sèche (SS), les genres *Trachelomonas volvocinopsis* (Euglenophyceae, +++ dans E1 et E2), *Scenedesmus dimorphus*, *S. opoliensis* et *S. quadricauda* (Chlorophyceae, +++ fréquents) prédominaient dans la plupart des étangs. Ces Chlorophyceae coloniales ou unicellulaires sont typiques des conditions plus stables et ensoleillées de la saison sèche, où la stratification thermique et la réduction des nutriments favorisent les formes coloniales résistantes.

Tableau 1 : Espèces algales du contenu stomacal des poissons de différents étangs suivant les saisons

contenu stomacal	Tilapia E1FD			Tilapia E2FD			Tilapia E3FD			Tilapia E4FD		
Espèces /Saisons	SP1	SS1	TS1	SP2	SS2	TS2	SP3	SS3	TS3	SP4	SS4	TS4
<i>Ankistrodesmus biraianum</i> (Reinsch) Korch.	X		X	X		X						
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	X	X	X	X		X	X		X			
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korch.		X	X									
<i>Aphanothece nidulans</i> P. Richt				X		X						
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr) Simonsen					X	X						
<i>Aulacoseira sp1</i>	X		X									
<i>Chlamidomonas sp1</i>				X		X						
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	X		X	X		X	X		X	XX		X
<i>Choococcus turgidus</i> (Kütz) Näg.											X	X

[illegible]

<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz		X	X																
<i>Navicula pupula</i> Kütz	X		X					X		X									
<i>Neidium iridis</i> (Ehr) Cleve.						X	X												
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz) W. Smith	X		X					X		X									
<i>Nostoc entophytum</i> Born. & Flah.				X		X													
<i>Nostoc paludosum</i> Born. & Flah.				X		X	X		X	X		X	X					X	
<i>Nostoc sp</i>													X	X				X	
<i>Oedogonium sp2</i>													X					X	
<i>Oscillatoria brevis</i> Gom.	X		X	X		X													
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen		X	X					X		X				X	X				
<i>Peridinium pusillum</i> (Pen) Lemm				XX		X										X	X		
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs.	X		X	X		X	X		X										
<i>Peridinium umbonatum</i> Stein				X		X	X		X	X		X	X					X	
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	X	X	X	X		X	X	X	X										
<i>Phacus curvicauda</i> Swir	X		X																
<i>Phacus harmatus</i> Pochm	X		X																
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	X		X	X		X													
<i>Phacus meson</i> Pochm.	X		X																
<i>Phacus orbicularis</i> Hubn.	X		X	X		X	X		X										
<i>Phacus ovum</i> (Ehr) Klebs		X	X	X		X													
<i>Phacus sp1</i>						X	X												
<i>Phacus suecicus</i> (Lemmerm)	X	X	X																
<i>Phacus tortus</i> (Lemmerm) Skvortzov	X		X																
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr								X		X									
<i>Pinnularia subcapitata</i> Grunow	X		X	X		X													
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterb.								X	X	X								X	
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Her) Otto Muller		X	X					X		X									
<i>Scenedesmus abundans</i> (Kirchn.) Chod.	X	X	X	XXX	X	X	X	X	X										
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.		X	X	X	X	X	X		X	X								X	
<i>Scenedesmus oahuensis</i> Mang.	X		X	X		X	X	X	X										
<i>Scenedesmus armatus</i> (Chod.) Chod.	XX	X	X	X	X	X	X	X	X										
<i>Scenedesmus armatus var. bicaudatus</i> (Gugl.) Chod.		X	X	X		X							X					X	
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Gugl.) Chod.				X		X													
<i>Scenedesmus brasiliensis</i> Bohl.	XX	X	X	X		X	X		X										
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turp.) Kütz.	X	XXX	X	X		X	X		X										
<i>Scenedesmus nygaardii</i> Hub-Pest.	XX		X					X		X									
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz.	XX		X	X		X													
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen	X	X	X	X		X	X		X										
<i>Scenedesmus opoliensis</i> P. Richt.	X	XXX	X	XX	X	X	X	X	X								X	X	
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	XX	XXX	X	X	X	X	XX	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Scenedesmus quadricauda var. bicaudatus</i> Hansg.		X	X	X		X													
<i>Scenedesmus sp1</i>		X	X					X		X									
<i>Selenastrum falcatus</i> Ehr					X	X													
<i>Spirogyra neglecta</i> (Hass.) Kütz	X		X																

SP1 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 1 en saison des pluies, SS1 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 1 en saison sèche, TS1 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 1 en toute saison. SP2 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 2 en saison des pluies, SS2 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 2 en saison sèche, TS2 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 2 en toute saison. SP3 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 3 en saison des pluies, SS3 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 3 en saison sèche, TS3 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 3 en toute saison. SP4 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 4 en saison des pluies, SS4 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 4 en saison sèche, TS4 = contenu stomacal des tilapias de l'étang 4 en toute saison. $a, b = p < 0,05$, SS4a différence significative entre le nombre d'espèces consommé par le tilapia de l'étang 1 en saison des pluies (SP1) et celui consommé en saison sèche dans l'étang 2. SP4a différence significative entre le nombre d'espèces consommé par le tilapia de l'étang 1 en saison des pluies (SP1) et celui consommé en saison des pluies dans l'étang 4. SS4a différence significative entre le nombre d'espèces consommé par le tilapia de l'étang 1 en saison des pluies (SP1) et celui consommé en saison sèche dans l'étang 4. b = différence significative entre le nombre total d'algues de l'étang 4 et celui des autres étangs.

3-3. Abondance relative des classes d'algues dans le contenu stomacal

La **Figure 2** présente la répartition saisonnière des abondances relatives des différentes classes d'algues identifiées dans le contenu stomacal des tilapias. Elle révèle que l'ensemble des classes (Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae et Dinophyceae) a été ingéré par *Oreochromis niloticus* durant les deux périodes saisonnières, soulignant une consommation diversifiée et continue du phytoplancton algal tout au long de l'année.

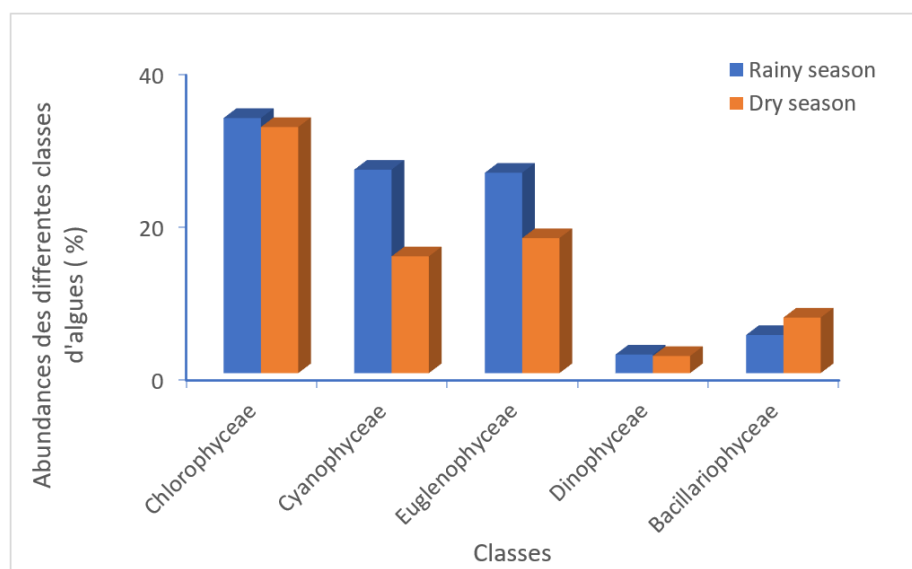


Figure 2 : Abondance relative (%) des cinq classes d'algues dans le contenu stomacal des tilapias selon les saisons

Les Chlorophyceae ont constitué la classe dominante dans le contenu stomacal des tilapias, avec des abondances relatives de 33,42 % en saison des pluies et de 32,24 % en saison sèche. Les Cyanophyceae et les Euglenophyceae ont présenté des abondances intermédiaires et comparables, comprises entre 18 % et 27 % selon les saisons (pluies et sèche). Les Bacillariophyceae et les Dinophyceae, quant à elles, ont affiché les abondances les plus faibles, variant de 2,43 % à 4,49 % en saison des pluies et de 2,23 % à 7,27 % en saison sèche. Dans l'ensemble de l'étude, la saison des pluies se caractérise par des abondances relatives plus élevées pour la plupart des classes d'algues, comparée à la saison sèche, à l'exception des

Bacillariophyceae (légèrement plus abondantes en saison sèche, peut-être dues à une meilleure silicification). Une différence statistiquement significative ($p < 0,05$) existait entre les abondances des Chlorophyceae, Cyanophyceae et Euglenophyceae d'une part, et celles des Dinophyceae et Bacillariophyceae d'autre part, confirmant la prédominance marquée des trois premières classes dans le régime alimentaire du tilapia au cours des deux saisons. Ces résultats soulignent l'importance des Chlorophyceae comme pilier trophique, et des variations saisonnières (Euglenophyceae/Cyanophyceae en saison des pluies, Chlorophyceae en saison sèche) qui pourraient influencer la croissance et le rendement piscicole. L'analyse des contenus stomacaux de *Oreochromis niloticus* issus des quatre étangs fertilisés du Nord-Ouest Cameroun a mis en évidence une forte dépendance du tilapia vis-à-vis de la production algale, avec une diversité taxonomique élevée, une structuration saisonnière marquée et une dominance nette de certains groupes algaux. La diversité taxonomique observée était importante, avec 109 espèces algales appartenant à cinq classes majeures (Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae et Dinophyceae). Cette richesse spécifique traduit une disponibilité trophique élevée dans les étangs fertilisés et confirme la capacité du tilapia à exploiter simultanément le phytoplancton planctonique et le périphyton, en accord avec son régime alimentaire herbivore/détritivore opportuniste. Les espèces identifiées reflètent des communautés algales typiques des étangs eutrophes de zone tropicale d'altitude. Le nombre d'espèces algales ingérées a varié significativement selon les saisons et les étangs. Globalement, la saison des pluies était caractérisée par une richesse spécifique plus élevée que la saison sèche, soulignant l'effet positif des apports nutritifs liés aux pluies et à la fertilisation sur la diversité algale disponible. L'étang 4 présente toutefois une diversité significativement plus faible que les autres étangs, suggérant l'influence de facteurs limnologiques locaux, notamment une fertilisation ou une productivité primaire réduite. Cette hétérogénéité inter-étangs n'altère cependant pas la tendance générale d'une augmentation saisonnière de la diversité algale en période pluvieuse. L'analyse de l'abondance relative des classes algales révèle une structure trophique relativement stable, dominée par les Chlorophyceae durant les deux saisons. Cette classe constitue le principal pilier trophique du régime alimentaire du tilapia, avec des proportions comparables en saison des pluies et en saison sèche. Les Cyanophyceae et les Euglenophyceae occupent une position intermédiaire, avec une contribution plus marquée en saison des pluies, tandis que les Bacillariophyceae et les Dinophyceae restent faiblement représentées, bien que présentes tout au long de l'année. Les différences statistiques observées confirment la prédominance des Chlorophyceae, Cyanophyceae et Euglenophyceae dans l'alimentation du tilapia. Dans l'ensemble, ces résultats montrent que, considérés comme un système global, les étangs fertilisés assurent une production algale suffisante, diversifiée et continue, permettant à *Oreochromis niloticus* d'adapter son régime alimentaire aux fluctuations saisonnières. La dominance des Chlorophyceae, combinée aux variations saisonnières des Cyanophyceae et Euglenophyceae, suggère un fonctionnement trophique favorable à la croissance et au rendement piscicole, tout en soulignant l'importance de la gestion des conditions limnologiques pour optimiser la productivité des étangs.

4. Discussion

A travers cette approche, l'étude vise à fournir des bases scientifiques solides pour l'optimisation de la gestion des étangs fertilisés, notamment en tenant compte de la saisonnalité de la production algale, et de contribuer à l'amélioration durable de la productivité piscicole en zone d'altitude, par une meilleure valorisation des ressources algales locales comme source alimentaire naturelle.

4-1. Diversité taxonomique des algues dans le contenu stomacal des tilapias

Les algues identifiées dans le contenu stomacal des tilapias échantillonnés se répartissent en 5 embranchements, 6 classes, 18 familles, 44 genres et 109 espèces. Cette richesse taxonomique est nettement supérieure à celle rapportée par [23], qui n'avait recensé que huit genres dans le contenu stomacal de *Sarotherodon galilaeus* au lac de Ziga (Burkina Faso), probablement en raison d'une digestion avancée des algues au moment de la capture. En revanche, elle est comparable aux résultats de [24], qui ont identifié une centaine de taxons algaux dans l'estomac d'*Oreochromis niloticus* au lac Muhazi (Rwanda). Cette diversité élevée montre que les tilapias exploitent un large spectre de ressources phytoplanctoniques, ce qui est crucial pour la compréhension de leur régime alimentaire et de leur plasticité trophique. Ces informations sont directement utiles pour évaluer la santé écologique des étangs, la disponibilité des ressources naturelles et le potentiel nutritif du phytoplancton local, fournissant ainsi des indications concrètes pour la gestion écologique et la planification de la pisciculture extensive.

4-2. Nombre d'espèces algales ingérées selon les saisons et les étangs

Le nombre d'espèces consommées est significativement plus élevé en saison des pluies qu'en saison sèche dans les quatre étangs étudiés. Cette variation saisonnière, déjà observée chez *Cyprinus carpio* par [25], souligne l'influence déterminante des conditions hydrologiques et nutritionnelles sur la disponibilité et la consommation algale. Comprendre ces variations saisonnières permet d'identifier les périodes de l'année les plus propices à la croissance optimale des tilapias, ce qui est fondamental pour la planification des cycles de production piscicole. De plus, cela permet d'anticiper les besoins en fertilisation ou en gestion des nutriments pour maintenir une diversité algale favorable, contribuant ainsi à une production durable et à l'optimisation des rendements.

4-3. Abondance relative des classes d'algues dans le contenu stomacal

Les Chlorophyceae dominent nettement dans tous les étangs, contrairement aux résultats de [24] (dominance des Cyanophyceae) et [26] (dominance des Bacillariophyceae). Les variations saisonnières observées - Chlorophyceae dominantes en saison sèche et Euglenophyceae/Cyanophyceae plus abondantes en saison des pluies - suggèrent une consommation sélective par les tilapias, probablement liée à la qualité nutritive et à la digestibilité des algues. La dominance de certaines classes, comme les Chlorophyceae, indique leur rôle clé comme pilier trophique dans le régime des tilapias. Cette information est utile pour orienter les stratégies de fertilisation et de gestion des étangs afin de favoriser les algues les plus nutritives. Elle permet également d'envisager l'utilisation des algues locales comme complément alimentaire naturel, réduisant la dépendance aux aliments importés et améliorant la durabilité économique et environnementale de la pisciculture.

4-4. Implications écologiques et piscicoles

Les modifications saisonnières de la composition biochimique des algues (protéines et lipides) renforcent la sélectivité alimentaire observée. Dans les étangs étudiés, les températures plus basses en saison des pluies ont vraisemblablement conduit à un enrichissement lipidique et protéique des cellules algales, augmentant leur attractivité gustative et leur digestibilité. Cette amélioration qualitative explique la préférence marquée des tilapias pour les Chlorophyceae durant cette période. Ces résultats permettent de relier la qualité nutritive des algues à la croissance et à la santé des tilapias. Ils fournissent des données essentielles pour optimiser les périodes de nourrissage naturel et pour développer des pratiques de gestion qui maximisent l'utilisation des ressources locales. L'identification des périodes de forte valeur nutritive (saison des pluies) est particulièrement utile pour planifier la production piscicole et réduire les coûts

alimentaires, tout en améliorant la durabilité des systèmes extensifs. Ces résultats confirment que le régime alimentaire d'*Oreochromis niloticus* est fortement modulé par les dynamiques saisonnières du phytoplancton, tant en quantité qu'en qualité nutritive. Ils apportent des éléments concrets pour optimiser la gestion des étangs au Cameroun : la saison des pluies apparaît comme une période clé pour maximiser la croissance naturelle des tilapias grâce à une alimentation algale abondante et riche en nutriments. Par ailleurs, ces observations ouvrent des perspectives prometteuses pour la valorisation des algues locales comme alternative durable aux aliments composés importés. La dominance et la qualité nutritionnelle accrue des Chlorophyceae en saison humide suggèrent qu'une culture contrôlée ou une récolte ciblée des algues (*Scenedesmus*, *Monoraphidium*) pourrait être intégrée dans les rations des tilapias, réduisant ainsi les coûts de production et améliorant la durabilité de la pisciculture familiale en zone soudano-guinéenne d'altitude.

5. Conclusion

Au terme de cette étude dont l'objectif principal était d'identifier et de caractériser les algues présentes dans le contenu stomacal d'*Oreochromis niloticus* élevé en étangs fertilisés du Nord-Ouest Cameroun et d'analyser leurs variations saisonnières, cinq classes algales ont été recensées : Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae et Dinophyceae, par ordre décroissant d'abondance relative. La richesse spécifique en espèces ainsi que les abondances relatives des différentes classes ont présenté des variations saisonnières significatives, avec des valeurs maximales pendant la saison des pluies et minimales pendant la saison sèche. Cette dynamique traduit une consommation sélective des tilapias, favorisée par une plus grande disponibilité du phytoplancton, une biomasse algale accrue et une meilleure qualité nutritionnelle des algues (enrichissement en protéines et lipides) durant la période pluvieuse. Cette étude a permis de mettre en lumière, non seulement la richesse et la dynamique saisonnière de la flore stomacale des tilapias, mais aussi son rôle central dans la productivité des systèmes piscicoles étudiés. Les résultats fournissent des bases scientifiques solides pour optimiser la gestion des étangs fertilisés, notamment en identifiant la saison des pluies comme période clé pour maximiser la croissance naturelle des tilapias. Ils ouvrent également la voie à une valorisation durable des ressources algales locales comme source alimentaire naturelle, contribuant ainsi à l'amélioration des pratiques d'élevage et à la sécurité alimentaire en zone d'altitude.

Références

- [1] - FAO, The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Rome, (2022) 260 p.
- [2] - FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Rome, (2022) 266 p.
- [3] - B. BELTON, D. C. LITTLE, K. GRADY, R. LEEMANS et al., Aquaculture : a rapidly growing and significant source of sustainable protein? Status, transitions and potential. *Global Food Security*, (2019) 1 - 10
- [4] - MINADER, Rapport annuel sur la production halieutique au Cameroun. Yaoundé, (2020)
- [5] - A. F. M. EL-SAYED, Tilapia culture. 2nd ed. Academic Press, London, (2020)
- [6] - F. NGOULA et al., Growth performance of *Oreochromis niloticus* fed diets containing varying levels of local ingredients. *Aquaculture Research*, 51 (2020) 4567 - 4578
- [7] - P. W. DEMPSTER et al., Food consumption and growth of Nile tilapia in fertilized tropical ponds. *Aquaculture*, 146 (1996) 121 - 133
- [8] - V. POUOMOGNE, G. TAKAM et J. B. POUOMOGNE, A preliminary evaluation of cacao husks in practical diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 156 (1997) 155 - 163
- [9] - F. GEAY, Effets d'une alimentation végétale sur la biosynthèse des acides gras et le métabolisme du bar européen (*Dicentrarchus labrax*). Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, (2011) 205 p.

- [10] - O. SCHLUMBERGER et N. BOURETZ, Réseaux trophiques et production piscicole en étangs fertilisés (Dordogne, France). *Revue des Sciences de l'Eau*, 15 (1) (2002) 171 - 185
- [11] - P. ILBOUDO, Contribution d'un poisson planctonophage (*Oreochromis niloticus*) dans la lutte biologique contre la prolifération des algues : Cas du lac de barrage Ziga au Burkina Faso. Mémoire de Master en Eau et assainissement, (2017) 66 p.
- [12] - R. M. MUKANKOMEJE, F. LAVIOLETTE et J. P. DESCY, Régime alimentaire de Tilapia, *Oreochromis niloticus*, du Lac Muhazi (Rwanda). *Annales de Limnologie*, 30 (4) (1994) 297 - 312
- [13] - A. JUNEJA, R. M. CEBALLOS et G. S. MURTHY, Effects of environmental factors and nutrient availability on the biochemical composition of algae for biofuels production. *Energies*, 6 (2013) 4607 - 4638
- [14] - J. FLEURENCE, Seaweed Proteins : Biochemical, Nutritional Aspects and Potential Uses. *Trends in Food Science and Technology*, 10 (1999) 25 - 28
- [15] - A. V. KEMUEZE, M. C. MOMO SOLEFACK, B. A. NKONGMENECK, G. DECOCQ, J. TAFOKOU et M. JOHNSON, Variation altitudinale de la distribution des plantes à activité insecticide dans la forêt communautaire de Kilum-Ijim : cas de *Clausena anisata* (Willd.) Hook. f. ex-Benth. *Bois et Forêts des Tropiques*, 299 (1) (2009) 45 - 58
- [16] - P. BOURELLY, Algues d'eau douce de la Nouvelle Calédonie recueillies par la Mission F. Starmühlner (1965) (Diatomées exclues). 2e Partie : Chlorophycées (Desmidiées) et Charophycées (1). *Rev. Hydrobiol. Trop*, (1984) 101 - 115
- [17] - P. BOURELLY, Quelques algues d'eau douce de Guinée. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, 3e série N° 276 Botanique, (1975) 1 - 71
- [18] - P. BOURELLY, Les algues d'eau douce : les algues jaunes et brunes. Paris : Éditions N. Boubée, Tome, 3 (1968) 606 p.
- [19] - P. BOURELLY & E. MANGUIN, Algues d'eau douce de la Guadeloupe et Dépendances. Paris : Société d'édition d'enseignement supérieur, (1952) 280 p.
- [20] - P. COMPERE, Algues de la région du lac Tchad. II — Cyanophyceae. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Hydrobiol.*, VIII (3/4) (1974) 165 - 198
- [21] - P. COMPERE, Algues de la région du lac Tchad. VI - CHLOROPHYCOPHYTES (2e partie : Ulotrichophycées, Zygnematacées) (1). *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Hydrobiol.*, X (1976) 135 - 164
- [22] - P. COMPERE, Algues de la région du lac Tchad. VII - CHLOROPHYCOPHYTES (3e partie : Desmidiées) (1). *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Hydrobiol.*, XI (1977) 77 - 177
- [23] - F. GASSE, East African diatoms, taxonomy, ecological distribution. *Bibliotheca Diatomologica*, J. Cramer (ed.), Berlin — Stuttgart, (1986) 201 p.
- [24] - A. NANA TOWA, T. E. EFOLE EWOUNKEM, S. H. ZEBAZE TOGOUET et J. TCHOUMBOUE, Effect of doses of chicken manure on the structure and dynamic of zooplankton in ponds. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6 (2) (2018) 123 - 127
- [25] - K. KRAMMER & H. LANGE-BERTALOT, Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae. Teil 4 : Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gustav Fischer Verlag, Jena, (1991) 436 p.
- [26] - K. KRAMMER & H. LANGE-BERTALOT, Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae. Teil 1 : Naviculaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg — Berlin, (1999) 876 p.
- [27] - K. KRAMMER & H. LANGE-BERTALOT, Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae. Teil 3 : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg — Berlin, (2000) 598 p.
- [28] - M. TAHIRI, A. BENIDER, M. BELKOURA et A. DAUTA, Caractérisation biochimique de l'algue verte *Scenedesmus abundans* ; influence des conditions de culture. *Annales de Limnologie*, 36 (2000) 3 - 12
- [29] - LUDE & COSTE, Diatomées et Médecine légale. Paris : E.M. Inter, (1996) 510 p.
- [30] - J. FLEURENCE, Seaweed Proteins : Biochemical, Nutritional Aspects and Potential Uses. *Trends in Food Science and Technology*, 10 (1999) 25 - 28