

Évaluation de l'impact de la petite lentille d'eau (*Lemna minor* L.) sur la qualité physicochimique et le phytoplancton des étangs piscicoles : cas de la Ferme Moderne Ngoro à Ayos, Centre, Cameroun

Gildas Parfait NDJOUONDO^{1*}, Fridolin CHOULA¹, Ebenezer SOH KENGNE¹
et Delphin KOUADIO ATTO²

¹ Université de Bamenda, Ecole Normale Supérieure, Département de Biologie, BP 39, Bamili, Cameroun

² Université Jean Lorougnon GUEDE, Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, BP 150, Daloa, Côte d'Ivoire

(Reçu le 12 Juillet 2024 ; Accepté le 20 Août 2024)

* Correspondance, courriel : parfaitgildas@gmail.com

Résumé

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'impact de l'invasion des étangs piscicoles par la lentille sur la qualité physicochimique et le phytoplancton. L'étude s'est déroulée dans 6 étangs de la ferme Ngoro où quelques paramètres physicochimiques ont été déterminés. Le filet à plancton a permis d'échantillonner le phytoplancton. Les résultats montrent que le pH, l'oxygène dissous, la salinité, la température, la conductivité électrique étaient plus élevés dans les étangs dépourvus de lentille. Le pH était acide dans les étangs saturés par la lentille (6,2 à 6,0) et en deçà des limites inférieures favorables au développement des poissons (norme : 6,5 à 7,5). La richesse et la densité phytoplanctoniques étaient élevées dans les étangs dépourvus de lentille (38 espèces dans l'étang 1, densité de 75000 ± 1500 ind./l) et faibles dans ceux contenant la lentille (20 espèces dans l'étang 5, densité de 35000 ± 6800 ind./l). La forte concentration de la lentille dans les étangs piscicoles entraîne une baisse significative de l'oxygénation, du pH et du phytoplancton, ce qui n'est pas favorable à la pisciculture.

Mots-clés : *physicochimie, Phytoplancton, Lemna minor, Gestion, Étang piscicole.*

Abstract

Evaluation of the impact of small duckweed (*Lemna minor* L.) on the physicochemical quality and phytoplankton of fish ponds: case of Modern Ngoro Farm at Ayos, Centre, Cameroon

The aim of the study is to evaluate the impact of the invasion of fish ponds by duckweed on the physicochemical quality and phytoplankton. The study took place in 6 ponds from the Ngoro farm where some physicochemical parameters were determined. The plankton net was used to sample phytoplankton. Results show that pH, dissolved oxygen, salinity, temperature, electrical conductivity were higher in ponds without duckweed. The pH was acidic in ponds saturated by duckweed (6.2 to 6.0) and below the lower limits favorable to fish development (standard: 6.5 to 7.5). Phytoplankton richness and density were high in

ponds without duckweed (38 species in pond 1, density of $75,000 \pm 1,500$ ind./l) and low in those containing duckweed (20 species in pond 5, density of $35,000 \pm 6,800$ ind./l). The high concentration of little duckweed in fish ponds leads to a significant drop in oxygenation, pH and phytoplankton, which is not favorable to fish farming.

Keywords : *physicochemistry, Phytoplankton, Lemna minor, Management, fish pond.*

1. Introduction

Les changements climatiques, la démographie galopante et la pauvreté rendent de plus en plus difficiles les conditions de vie dans le monde [1]. L'Organisation des Nations Unies pour l'Elevage et l'Agriculture (FAO) déclare qu'environ 11 % de personnes dans le monde souffrent de la malnutrition due à une carence en protéines surtout d'origine animale dans l'alimentation. Son rapport en 2016 incrimine particulièrement l'Afrique Centrale et insiste sur la famine dans trois régions du Cameroun [2]. Le poisson constitue aujourd'hui l'une des sources importantes d'aliment nutritif et de protéines animales pour une grande part de la population mondiale. Il représente 16,6 % des apports en protéines animales de la population mondiale [3]. En Afrique, le déséquilibre en protéines animales associé à la crise alimentaire dans la plupart des pays seraient responsables de la malnutrition infantile [4]. En Afrique sub-saharienne, le poisson couvre 22 % des apports en protéines animales avec une consommation annuelle estimée à environ 9,1 kg par habitant [5]. Face à une croissance démographique qui est de l'ordre de 2,8 % par an, le poisson constitue la principale source en protéines animales pour la population camerounaise avec une consommation annuelle estimée à environ 17,9 kg par habitant [6]. Cette consommation s'avère inférieure aux 40 kg par habitant par an recommandés par la FAO d'où la nécessité d'améliorer la production aquacole qui passe entre autres par une meilleure exploitation des infrastructures aquacoles et piscicole [7]. Un étang est une étendue d'eau douce d'origine artificielle et entretenue par l'homme, vidangeable, d'une superficie allant de 0,5 à plusieurs centaines d'hectares, de faible profondeur [8 - 12]. La création de ces plans d'eau artificiels a débuté dès le Xe siècle afin de créer des réserves d'eau et de poissons à portée de main. Par la suite, de nombreux étangs ont vu le jour afin d'offrir des aires de loisirs [13]. Les macrophytes jouent un rôle important dans le fonctionnement d'un étang en fournissant un habitat et de la nourriture aux poissons. Elles jouent également un rôle important dans l'épuration des eaux. Mais l'invasion chronique du plan d'eau par certains macrophytes comme les lentilles d'eau, crée très vite des conditions impropres à l'élevage [14]. Par ailleurs, l'excès de production végétale entraîne la désoxygénation de l'eau et contribue ainsi à diminuer les chances de survie des espèces animales et végétales qui pourraient s'y trouver. De plus la présence massive de ces macrophytes limite les observations et le suivi réel des poissons ainsi que l'exploitation optimale des infrastructures. Les lentilles d'eau se trouvent dans les régions tempérées, subtropicales et tropicales. Il existe une quarantaine d'espèces différentes qui poussent de préférence dans les mares, les étangs ou les eaux à courant très lent et riches en éléments nutritifs. La petite lentille, *L. minor* est une petite plante macroscopique vasculaire aquatique, appartenant à la famille des Lemnaceae. Les membres de cette famille sont les plantes à fleurs les plus petites et à la structure la plus simple du monde entier. La plupart des chercheurs placent les lemnaceae dans l'ordre des Spadiciflores, ce qui les relie aux Aracées par la laitue d'eau du genre *Pistia* [14]. L'objectif général de l'étude est d'évaluer l'impact de l'invasion des étangs piscicoles par la petite lentille d'eau sur la qualité physicochimique et le phytoplancton de l'eau des étangs piscicoles de la ferme moderne Ndoro.

2. Matériel et méthodes

2-1. Description de la zone d'étude et période d'étude

L'arrondissement d'Ayos (3°54'0" N, 12°31'0" E et altitude 579 m) appartient au Département du Nyong et Mfoumou dans la Région du Centre (**Figure 1**). Elle est traversée par la route Nationale N°10, et située à 123 km de Yaoundé et à 40 km d'Akonolinga chef-lieu du Département. Le climat est de type subéquatorial, à régime pluviométrique bimodal, à petite saison sèche plus marquée. Elle comporte quatre saisons : 2 saisons de pluies et 2 saisons sèches. La grande saison des pluies culmine de septembre à octobre, la petite de mars à juin. La grande saison sèche va de décembre à février, la petite de juillet à août. L'indice pluviométrique est de 1 700 mm. Les températures moyennes annuelles varient entre 23,2 °C et 24,6 °C. L'amplitude thermique est faible [15]. L'Arrondissement d'Ayos compte 39 villages et 19 quartiers avec une population estimée à 22 899 âmes. La population d'Ayos est constituée principalement des ethnies Bétis qui se subdivisent en deux groupements à savoir les Yébekolos et les Omvangs. Les Sso et les Maka sont des ethnies minoritaires dans la commune ainsi que les allogènes. La position géographique d'Ayos et les nombreux mouvements des biens et personnes, rendent la population de cette localité assez cosmopolite. L'agriculture de subsistance est la principale activité pratiquée par la population active d'Ayos. La pratique de l'élevage dans la commune est sous valorisée. Il s'agit d'un élevage extensif caractérisé par des cheptels de très faible taille [17]. Cet élevage est constitué de la volaille (poules), les ovins (moutons), les caprins (chèvres), les porcins (porcs) et bovins (bœufs). L'étude s'est déroulée pendant une période de six mois allant de janvier à juin 2024 dans les 6 étangs que compte la Ferme Moderne Ngoro à travers la prise de paramètres et l'analyse des échantillons au laboratoire des Organismes Végétaux de l'Université de Douala.

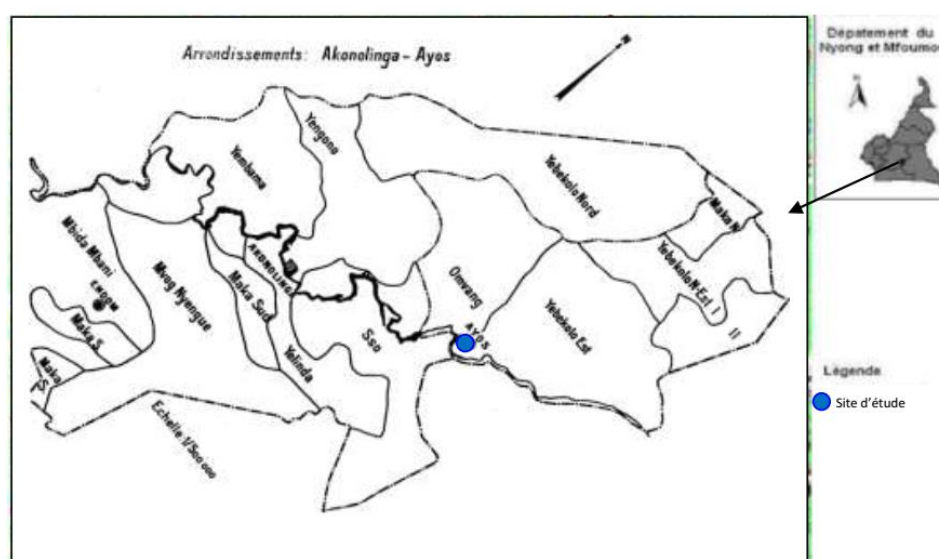


Figure 1 : Présentation de l'Arrondissement d'Ayos et du site d'étude [18]

2-2. Détermination de l'influence de *L. minor* sur certains paramètres physico-chimiques de l'eau des étangs

Pour mettre en évidence l'impact de la petite lentille d'eau sur la qualité physicochimique de l'eau des étangs, quelques paramètres physicochimiques ont été mesurés *in situ* dans la source d'eau considérée comme témoin et dans les 6 étangs piscicoles de la ferme tels que le pH, la salinité, la conductivité électrique par un multi-paramètre pH/TDS/COND/Salt/T de marque OAKTON. L'oxygène dissous a été mesuré

par un oxymètre WTW. La transparence a été mesurée à l'aide du disque de Secchi, plongé verticalement dans les étangs. Un litre d'eau a été prélevé dans chaque étang par une bouteille en polyéthylène, puis conservé dans une glacière à -4 °C, et transporté au laboratoire pour mesure des nitrates par spectrophotométrie.

2-3. Influence de la prolifération de *L. minor* sur le phytoplancton

Pour mettre en évidence l'impact de la petite lentille d'eau sur le phytoplancton, des échantillonnages ont été faits dans 7 sites distincts : la source d'eau (Témoin), 2 étangs dépourvus de *L. minor* (étangs 1 et 2), 2 étangs à moitié couverts par *L. minor* (étangs 3 et 4) et 2 étangs totalement couverts par *L. minor* (étangs 5 et 6). Dans chaque site, de l'eau a été filtrée à travers un filet à plancton de maille 20 µm. 60 cl du filtrat ont été transvasés dans un bocal, fixés au formol à 10 %, introduits dans la glacière et transportés au laboratoire de Biologie des Organismes Végétaux (BOV) de l'Université de Douala pour l'identification et le dénombrement des micro-algues présentes dans le milieu.

2-3-1. Analyses phytoplanctoniques

Les micro-algues ont été observées grâce au microscope photonique the marque OAKON grâce à la technique décrite par [19] et filmées. L'identification des taxons a été faite à l'aide de quelques clés d'identification [20 - 23]. Le dénombrement des cellules algales a été fait par un microscope inversé OAKON grâce à la méthode décrite par [24].

2-3-2. Détermination des paramètres biologiques

2-3-2-1. Richesse spécifique

La richesse spécifique (S) est définie par le nombre total de taxons identifiés dans un échantillon. C'est un élément qui indique la variété spécifique du peuplement autrement dit sa richesse en espèces. La richesse spécifique peut bien être un critère distinctif des écosystèmes ou des stations étudiées au sein d'un écosystème donné.

2-3-2-2. Indices de diversité

L'introduction, par les écologistes, de la notion de la diversité spécifique avait pour but de rendre compte de l'inégale répartition des individus entre les espèces. Parmi les indices établis pour l'estimation de cette diversité, l'indice de Shannon (H') demeure le plus utilisé. Il est doté d'une supériorité incontestable par rapport aux autres. L'indice de Shannon représente toute une quantité d'informations sur la structure du peuplement d'un échantillon donné et sur la manière de répartition des individus entre différentes espèces. Un indice de diversité faible indique que la communauté est jeune à haut pouvoir de multiplication avec dominance d'une ou d'un petit nombre d'espèces, tandis qu'un indice élevé caractérise des populations mûres présentant une composition spécifique complexe avec une stabilité du peuplement relativement grande. L'indice de diversité de Shannon (H') relatif à un échantillon correspond à la valeur calculée à partir de la **Formule** :

$$H' = -\sum_{i=1}^S ((n_i/N) \times \log_2 (n_i/N)) \quad (1)$$

avec, n_i = nombre d'individus appartenant à une espèce, N = nombre total d'espèces.

L'équitabilité de Pielou (E) est donnée par la **Formule** :

$$E = H'/\log_2 S \quad (2)$$

avec, S = richesse spécifique ou encore nombre total de taxons.

2-3-3. Densité phytoplanctonique

La densité phytoplanctonique a été déterminée grâce à la **Formule** suivante :

$$Di = [(xi \times A \times a \times v) / (1000 \times c)] \times d \quad (3)$$

avec, d = facteur de dilution, v = volume sédimenté en ml, A = Volume de la cellule de Malassez, a = nombre total de champs, c = nombre de champs comptés, xi = nombre d'objets comptés.

2-3-4. Analyses statistiques

Le tableur Excel version 2016 a été utilisé pour l'analyse statistique descriptive des données. Pour mettre en évidence la dissimilarité phytoplanctonique et physicochimique des étangs, le logiciel XLSTAT 2014 a été utilisé pour l'encodage des données ainsi que la réalisation des graphiques. Ce logiciel permet de montrer la variation spatiotemporelle des espèces grâce à l'analyse factorielle des correspondances. Son utilisation permet aussi grâce à l'analyse en composantes principales de classifier les étangs par leur degré de minéralisation.

3. Résultats

3-1. Paramètres physico-chimiques des étangs du site d'étude

Les paramètres chimiques varient entre les étangs et montrent deux zones (**Figure 2**). Dans la première zone réunissant le milieu témoin correspondant à la source d'eau et les étangs 1 et 2 ne contenant pas la lentille d'eau, le pH et les nitrates sont significativement faibles comparativement à la deuxième zone réunissant les étangs 3 à 6. L'oxygène dissous quant à lui est élevé dans la première zone et faible dans la deuxième zone. Le pH varie de $7,240 \pm 0,570$ (étang 1) à $6,000 \pm 1,100$ (étang 6). L'oxygène dissous varie de $3,560 \pm 0,230$ mg/l (témoin) à $2,000 \pm 0,200$ mg/l (étangs 5 et 6). Les nitrates varient de $3,450 \pm 0,3120$ mg/l (étang 5) à $0,060 \pm 0,007$ mg/l (témoin). La température varie de $24,51 \pm 0,24$ °C (témoin) à $25,72 \pm 0,23$ °C (étang 6) (Figure 3a). La transparence varie de $3,5 \pm 1,1$ cm (étang 1) à $6,7 \pm 1,2$ cm (étang 5) (Figure 3b). Le témoin n'a pas de transparence car l'eau est transparente et le fond est visible.

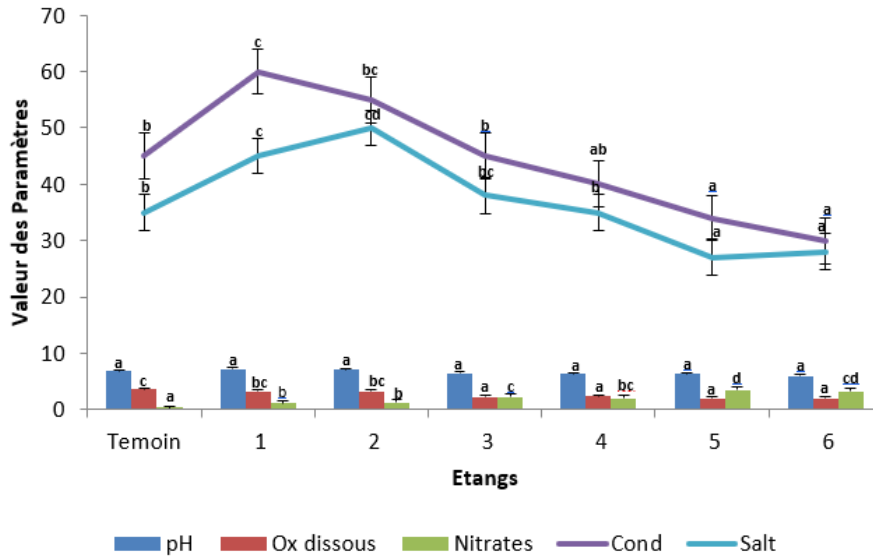


Figure 2 : Paramètres chimiques mesurés dans les étangs du site d'étude (Ox : oxygène, Salt : salinité, Cond : conductivité électrique, pH : potentiel d'hydrogène ; les bandes comportant les mêmes lettres montrent qu'il n'y a pas de différence significative, $p < 0,05$)

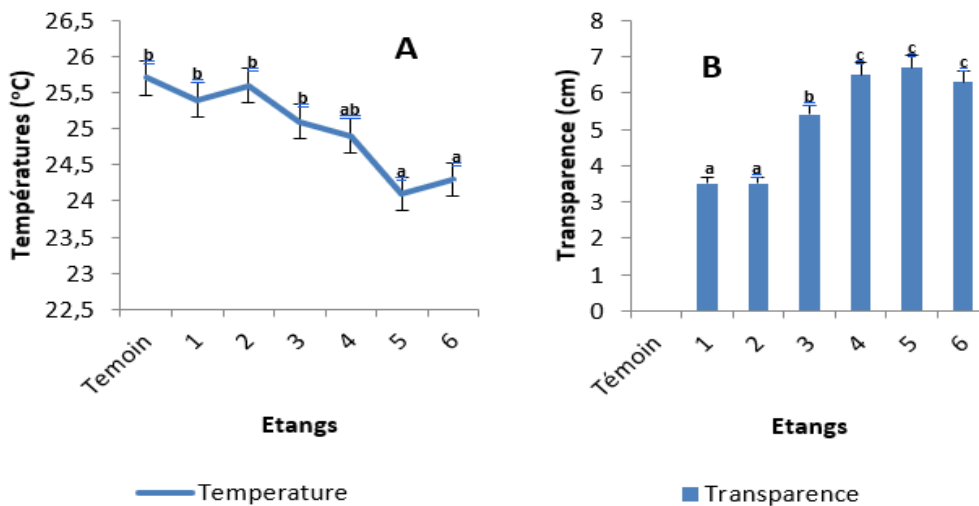


Figure 3 : Variation de la température (A) et de la transparence (B) dans les étangs (les bandes ayant les mêmes lettres montrent qu'il n'y a pas de différence significative, $p < 0,05$)

3-2. Variation spatiale des étangs en fonction des paramètres chimiques

Les résultats de l'Analyse en Composantes Principales montrent l'organisation des 6 variables mesurés sur les plans F1 x F2, représentés sous forme de cercles de corrélations (Figure 4). L'axe F1 est corrélé positivement au pH et à l'oxygène dissous. Le côté négatif de l'axe est corrélé aux nitrates. L'axe F2 est corrélé positivement aux nitrates, pH et à l'oxygène dissous. Le côté négatif de cet axe n'est corrélé à aucune variable. La composante factorielle F1 définit un gradient de concentration des étangs en nitrates, oxygène dissous, pH, conductivité électrique et salinité, rapprochant le témoin et, les étangs 1 et 2 formant le groupe I et les étangs 3 à 6 formant le groupe II (Figure 5).

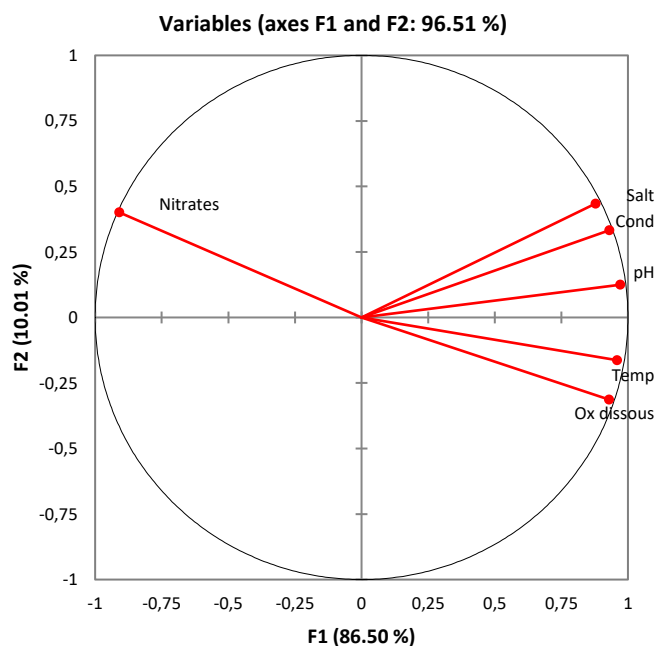


Figure 4 : Représentation des 3 paramètres chimiques dans le plan factoriel 1-2 de l'Analyse en composantes principales (pH = potentiel d'hydrogène, Ox dissous = oxygène dissous, Salt = salinité, Cond = conductivité électrique, Temp = température)

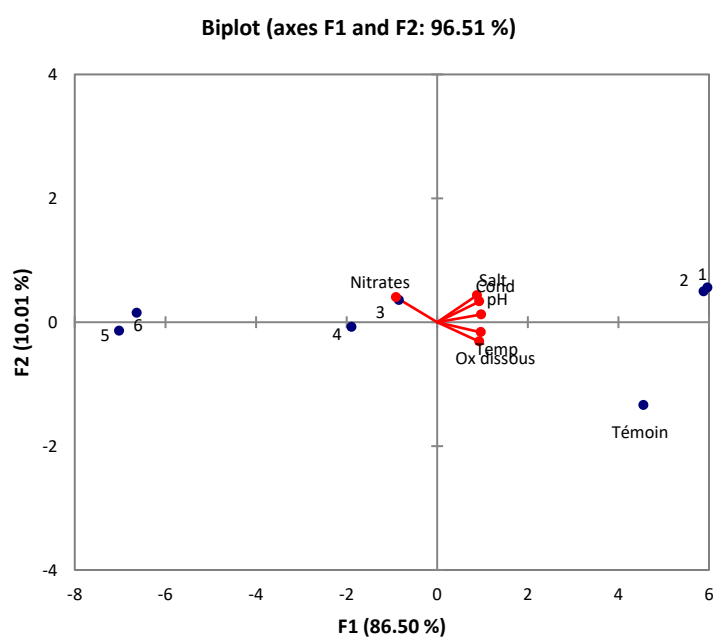


Figure 5 : Rapprochement des étangs en fonction des variables abiotiques dans le plan factoriel 1-2 de l'analyse en composantes principales (pH = potentiel d'hydrogène, Ox dissous = oxygène dissous, Salt = salinité, Cond = conductivité électrique, Temp = température)

3-3. Composition phyto-planctonique globale

L'analyse microscopique de 7 échantillons collectés, aussi bien en surface qu'en profondeur, a permis d'établir une liste floristique de 72 espèces (**Tableau 1**). Ces 72 espèces, recensés appartiennent à 6 classes systématiques et 52 genres. Les Cyanophyceae dominent le phytoplancton des étangs de la ferme Ngoro. Elles constituent plus de 34,72 % de la richesse spécifique totale (**Figure 6**). La classe des Diatomophyceae constitue aussi, une grande part de cette richesse taxinomique (25 %). D'une moindre importance, apparaissent les Euglenophyceae et les Dinophyceae avec des proportions respectives de 8,33 % et 4,16 % du total.

Tableau 1 : Richesse floristique des différentes espèces inventoriées dans le site d'étude

Classes	Nombre de genres	Nombre d'espèces
Diatomophyceae	14	18
Chlorophyceae	12	12
Zygophyceae	6	8
Cyanophyceae	14	25
Euglenophyceae	4	6
Dinophyceae	2	3

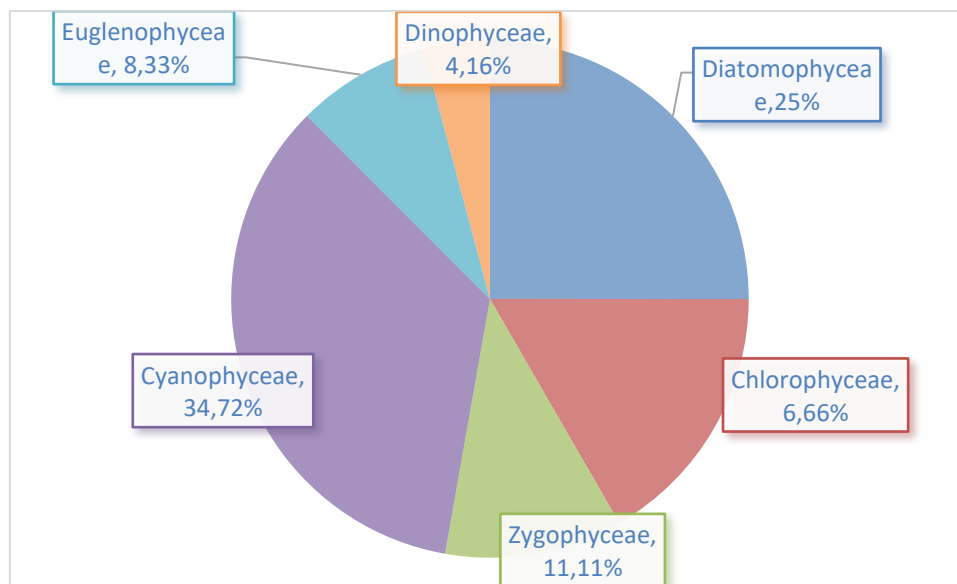


Figure 6 : Diagramme de représentation sectorielle des Classes de microalgues par rapport au pourcentage du nombre d'espèces

3-4. Indices de diversité des étangs du site d'étude

La richesse spécifique est faible dans la source d'eau (témoin) de 8 espèces (**Figure 7**). Elle décroît des étangs (1 et 2) sans *L. minor* aux étangs (5 et 6) saturés à *L. minor* avec le maximum de 38 ± 2 espèces obtenues dans l'étang 1. Le minimum d'espèce est de 15 ± 3 dans l'étang 5. L'indice de Shannon-Weaver varie de $1,35 \pm 0,02$ (témoin) à $4,14 \pm 0,10$ (étang 1). L'équitabilité est élevée dans les étangs et varie de $0,42 \pm 0,02$ dans l'étang 6 à $0,81 \pm 0,1$ dans le témoin et l'étang 1 (**Figure 8**).

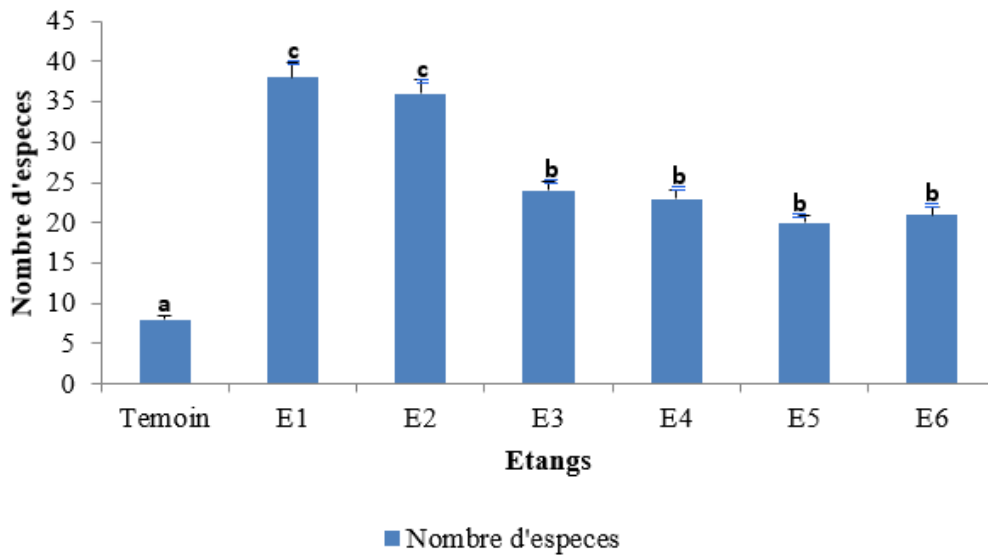


Figure 7 : Évolution du nombre d'espèces phytoplanctoniques dans les étangs d'étude (les bandes ayant les mêmes lettres montrent qu'il n'y a pas de différence significative, $p < 0,05$)

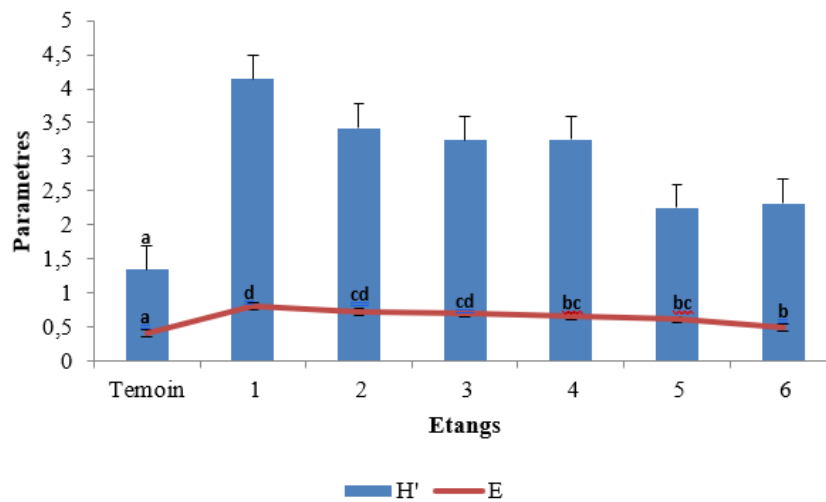


Figure 8 : Indices de diversité déterminés dans les étangs du site d'étude (les bandes ayant les mêmes lettres montrent qu'il n'y a pas de différence significative, $p < 0,05$)

3-5. Évolution de la densité moyenne microalgale des étangs

La densité moyenne des microalgues des étangs est variable (**Figure 9**). Elle montre 3 zones : la première présente des valeurs très faibles de densité et correspondant au milieu témoin ; la deuxième présente des valeurs relativement élevées de densité et correspond aux étangs 1 et 2 ne contenant pas la petite lentille d'eau ; la troisième présente des valeurs faibles de densité et correspond aux étangs 5 à 6. La densité totale varie de $75 \times 10^3 \pm 1,5 \times 10^3$ ind./l dans l'étang 1 à $28 \times 10^3 \pm 7,0 \times 10^3$ ind./l dans le témoin. La classe dominante est celle des Cyanophyceae avec un maximum obtenu dans l'étang 1 de $53,6 \times 10^3 \pm 2,5 \times 10^3$ ind./l.

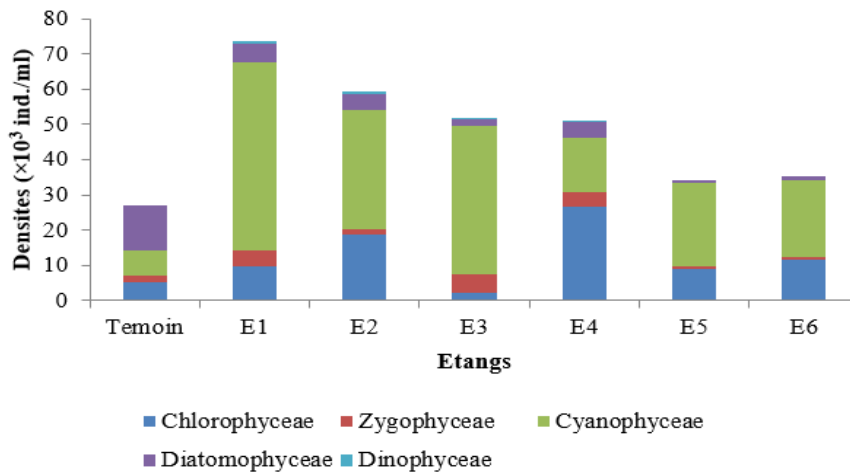


Figure 9 : Évolution de la densité phytoplanctonique dans les étangs

4. Discussion

4-1. Paramètres physicochimiques des étangs d'étude

Les valeurs des paramètres physicochimiques sont variables dans le site d'étude et montrent que la source d'eau alimentant les étangs est moins concentrée en ces paramètres. Ceci peut s'expliquer par le fait que la survie des poissons dépend des teneurs en paramètres physicochimiques de l'eau qui alimente les étangs. Il existe des valeurs seuils au-delà desquelles les espèces cultivées ne pourraient survivre dans l'étang. La valeur du pH permettant la survie des poissons est située entre 6,5 et 7,5 [25]. La plupart des organismes de lac et étang préfèrent des niveaux de pH de 6,5 à 9 [26]. L'étude a montré que le pH oscillait mais est resté dans l'intervalle seuil de l'eau alimentant les étangs (témoin) passant par les étangs dépourvus de la petite lentille d'eau à l'étang 3 saturé à moitié par la petite lentille d'eau. L'étang 4 saturé à moitié et ceux complètement saturés par la petite lentille d'eau (étangs 5 et 6) montrent un pH inférieur à 6,5 (seuil inférieur). Ces observations contribueraient à dire que la présence de la petite lentille d'eau acidifierait le milieu, défavorable à la survie des poissons. Le degré d'oxygénation de l'eau diminue de la source d'alimentation aux étangs contenant la petite lentille d'eau. Deux facteurs favoriseraient l'aération des eaux de surface, la vitesse du courant et les vents. Dans les étangs couverts par la petite lentille d'eau, l'aération serait faible et les organismes vivants courent à un risque d'asphyxie. La conductivité électrique et la salinité sont influencées non seulement par les concentrations d'ions dissous mais aussi la température de l'eau. Les valeurs de conductivité obtenues sont proches de celles obtenues sur le Lac Labion variant moyennement de 41,42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 43,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [27]. La courbe de variation de la température a été décroissante et est corrélée positivement à la conductivité électrique. Cette baisse de la température due à l'obstruction du lit des étangs par la petite lentille d'eau, empêchant la pénétration de la lumière affecterait aussi la conductivité électrique des étangs. Cependant, les valeurs des nitrates ont été croissantes de la source d'alimentation où elles étaient très faibles, passant par les étangs ne contenant pas la petite lentille d'eau, aux étangs saturés par elle. Le nitrate n'est pas toxique, mais est bel et bien considéré comme une substance indésirable dans l'étang. C'est une source d'aliment pour les algues et il freine la croissance des petits poissons ; de plus, il augmente le stress chez les poissons [28]. L'obstruction des étangs par la petite lentille serait un frein au développement des poissons. Bien que les lentilles soient des sources d'aliment pour les poissons apportant en quantité équivalente au soja les protéines, elles sont capables d'absorber de manière très efficace les éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, atteignant des taux de

croissance élevées dans les conditions optimales. Ainsi, dans les meilleures conditions des cas, elles doublent leur biomasse en 24 à 36h [29]. La saturation des étangs par la petite lentille ainsi que leur mort entraînent *in extrémis* une augmentation des teneurs en nitrates dans l'eau. Les lentilles jouent un rôle important dans l'épuration des eaux mais sa présence massive diminue l'alcalinité [30]. L'augmentation de l'acidité de l'eau peut causer la mort des poissons. Les résultats ont montré qu'il existe une différence au niveau de la transparence. Les caractéristiques des eaux de la ferme et les variations saisonnières peuvent être attribuées à la température élevée de l'air, aux apports riches en sels des eaux de ruissellement et à l'activité agricole importante autour de la ferme [31]. Mais, dans ces travaux la transparence était faible dans les bassins dépourvus de la petite lentille d'eau à cause du développement phytoplanctonique. Les étangs contenant la petite lentille sont obstrués, et l'eau reste transparente par le faible développement phytoplanctonique.

4-2. Paramètres phytoplanctoniques des étangs du site d'étude

La richesse floristique phytoplanctonique obtenue est inférieure aux 79 espèces obtenues au lac Mefou à Yaoundé [32]. Cette richesse floristique est aussi élevée dans les étangs dépourvus de la petite lentille d'eau. Cette dissemblance montre que le degré d'exposition des algues à la lumière est un facteur important à leur développement. Plus l'étang est ouvert à l'ensoleillement, plus il y a développement phytoplanctonique. La dominance cyanobactérienne est due aux espèces filamenteuses, qui en se développant forment des <<blooms>> qui empêchent d'autres espèces de se développer. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés sur le phytoplancton du lac Mefou, dominé par la population cyanobactérienne [32]. Le phytoplancton est utilisé classiquement comme indicateur du degré d'eutrophisation des plans d'eau douce. Son développement dépend de la richesse du milieu en azote et phosphore, et de la prédation exercée par le zooplancton [33]. Comme dans tous les écosystèmes aquatiques, le phytoplancton des bassins aquacoles se situe à la base du réseau trophique planctonique (zooplancton et boucle microbienne) et aussi, compte tenu de leur faible profondeur, il contribue au réseau trophique benthique (méiofaune et processus microbiens). Par son activité photosynthétique, il est le principal producteur d'oxygène. Dans un bassin bien géré, le bilan net d'oxygène du phytoplancton est largement positif. Mais par sa respiration et sa dégradation par les bactéries, le phytoplancton peut être à l'origine de grandes consommations d'oxygène et le bilan devient alors négatif, voire très négatif (perte de la maîtrise des blooms). Par le développement de sa biomasse, il contribue à diminuer la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau. Cette réduction de l'éclairement est doublement favorable: elle limite le développement du tapis algal benthique (macro-algues et /ou micro-algues, dont le développement excessif perturbe le comportement des espèces qui vivent préférentiellement sur le fond, elle fournit un ombrage aux alevins qui préfèrent des éclaircissements modérés. Enfin, en assimilant les déchets du métabolisme des crevettes (ammonium essentiellement) le phytoplancton contribue à détoxifier le milieu [34].

5. Conclusion

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'impact de l'invasion des étangs piscicoles par *Lemna minor* sur la qualité physicochimique et le phytoplancton. Il en ressort que l'invasion complète des étangs par la petite lentille d'eau entraînerait drastiquement la chute des paramètres physicochimiques comme l'oxygénation, le pH et la conductivité électrique. Cette invasion augmenterait aussi les teneurs de l'eau en nitrates, véritable frein au développement des alevins. La richesse phytoplanctonique, elle aussi est faible dans les étangs envahis par la petite lentille d'eau lorsqu'elle est comparée aux étangs dépourvus de lentille d'eau. Dans la gestion des étangs aquacoles, pour une production optimale et durable des poissons, il serait souhaitable de contrôler le développement de la petite lentille d'eau pour maintenir un équilibre écologique au lieu de l'éradiquer complètement.

Références

- [1] - ANONYME, *Aquaculture*, Document d'information spécialisée. Lois et règlements relatifs à l'Aquaculture *en eau douce*. Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation, Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec, (2016) 16 p.
- [2] - J. P. DAKWEN, "Biodiversité zooplanctonique et viabilité d'une pisciculture à faible niveau d'intrants dans le Département du Mfoundi (Région du Centre, Cameroun)", Thèse de Doctorat/PhD, Université de Yaounde I, Faculté des Sciences, Département DE Biologie et physiologie animales, (2020) 185 p.
- [3] - E. VAN HECKE and F. VAN DERLEENEN, "Poisson et nutrition en Afrique", *Belgeo*, (Mai 2024) 10 p.
- [4] - ANONYME, "La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture", Rapport, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, Rome, Italie, (2012) 25 p.
- [5] - R. E. BRUMMETT, J. LAZARD and J. MOEHL, "African aquaculture : Realizing the potential", *Food policy*, 33 (2008) 371 - 385
- [6] - V. POUOMOGNE, in "*Captured-based aquaculture*", Ed. Global overview FAO Fisheries Technical Paper, FAO, Rome, Italy, (2008) 93 - 108
- [7] - ANONYME, "Aperçu général du secteur national d'aquaculture : contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous", Rapport, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, Italie, (2008) 54 p.
- [8] - C. OTTO-BRUC, "Végétation des étangs de la Brenne (Indre) — Influence des pratiques piscicoles à l'échelle des communautés végétales et sur une espèce d'intérêt européen : *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. ", Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, (2001) 185 p.
- [9] - L. TOUCHART, "Géographie de l'étang. Des théories globales aux pratiques locales", Ed. Paris, France, *L'Harmattan*, (2007) 85 p.
- [10] - L. BLONDEL, P. DEVINEAU and C. HISTACE, "Les étangs solognots, un patrimoine à préserver", Rapport Sologne Nature Environnement, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Romorantin-Lanthenay : SNE, (2008) 45 p.
- [11] - J. LE BIHAN and M. FONT, "Synthèse sur les zones humides françaises à destination des gestionnaires, élus et acteurs de terrain — Les étangs. (Rapport Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, Parcs Naturels Régionaux de France. Paris, France : MEDAD, (2008) 112 p.
- [12] - T. GAILLARD, "L'impact des pratiques culturelles en pisciculture d'étang sur leurs qualités écologiques", Rapport Filière Lorraine d'Aquaculture Continentale, Région Lorraine, Conservatoire des Sites Lorrains, Universités de Nancy et de Metz, Nancy, France : FLAC, (2010) 85 p.
- [13] - E. PROMPT and N. GUILLERME, "Les étangs piscicoles, un équilibre dynamique", Les cahiers techniques, Rapport Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels, Lyon, France : CEN Rhône Alpes, (2011) 50 p.
- [14] - R. GALVEZ-COURTIER, S. IZE and S. ARSENAULT, "Dossier ; Gestion de l'eau", *Vecteur Environnement*, 6 (35) (2002) 1 - 34
- [15] - J. CULVERWELL, "Long-Term recurrent costs of protected area management in Cameroon", Rapport, WWF/MINEF Yaoundé, (1997) 15 p.
- [16] - ANONYME, "Catalogue des publications du système national d'information statistique", Institut National de la Statistique, Yaoundé, Cameroun, (2019) 25 p.
- [17] - G. P. NDJOUONDO, M. L. BA'ANA ETOUNDI, R. D. NWAMO, H. FANKEM and S. D. DIBONG, "Comparative analysis of the water quality of the Kambo and Longmayagui rivers (Douala) from diatom biological indices", *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 1 (33) (2017) 45 - 55

- [18] - K. FODOUOP, "Développement rural dans la province du Centre au Cameroun", *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 221 (2008) 87 - 102
- [19] - A. ILLIS, in "Flora and Aquatic Fauna of Sahelo-Sudanian Africa", Ed. ORSTOM, Paris, (1980) 60 p.
- [20] - P. BOURRELLY, "Freshwater Algae: Introduction to Systematics, Volume 1: The blue and red algae, The Euglenians, Peridinians and Cryptomonadines", Ed. the new society of Boubee, Paris, (1985) 121 p.
- [21] - K. KRAMMER and H. LANGE-BERTALOT, in "*Susswasserflora von Mitteleuropa*", Ed. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, (2000) 214 p.
- [22] - I. LAVOIE, P. HAMILTON, S. CAMPEAU, M. GRENIER and P. J. DILLON, "Diatom Identification Guide for Rivers of Eastern Canada", Press of Québec University, Quebec, (2006) 150 p.
- [23] - M. D. GUIRY and G. M. GUIRY, "*AlgaeBase*", World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (Mai 2024), <http://www.algaebase.org>
- [24] - H. UTERMÖHL, "To perfect the quantitative phytoplankton methodology", *Mitteilungen International Association for Theoretical and Applied Limnology*, 9 (1958) 1 - 38
- [25] - M. TRAVERS and K. T. KIM, "Le pH et l'alcalinité des eaux saumâtres de l'étang de Berre (Méditerranée Nord-Occidentale)", *Marine Nature*, 3 (1990) 75 - 84
- [26] - S. COULIBALY, V. N'GORAN KOUAME and C. ASTE BOUA, "Etude Comparative de la Qualite des Eaux des Etangs et du Barrage d'une Ferme Piscicole en Etang au Sud-Est de la Côte d'Ivoire", *European Scientific Journal*, 24 (15) (2019) 42 - 58
- [27] - E. ODJOHOU, M. AMANI, G. SORO and S. MONDE, "Caracterisation physico-chimique des eaux d'un système lacustre du cordon littoral ivoirien : cas du lac Labion", *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (14) (2020) 1878 - 1892
- [28] - P. BASSIN and J. P. EGGER, "Teneurs en nitrates de sources et étangs de la vallée de la Cœuvatte". *Actes de la Société jurassienne d'émulation*, 112 (2021) 119 - 132
- [29] - FiBL, "Les lentilles d'eau : des plantes utiles-Aliments destinés aux poissons et à d'autres animaux de rente", Rapport, Faits et chiffres, Suisse, N° 1734 (2023) 15 p.
- [30] - Y. BEDOUH and Z. D. BOUMEDRIS, "Contribution à l'épuration des eaux usées industrielles par un procédé biologique (*Lemna minor*), cas de l'oued Mebouja", Proceeding du Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement SIHE 2013 Ouargla, (2013) 354 - 357
- [31] - A. M. KOUASSI, A. S. TIDOU and A. KAMENAN, "Caractéristiques hydrochimiques et microbiologiques des eaux de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire)", *Agronomie Africaine*, 2 (2005) 117 - 136
- [32] - G. P. NDJOUONDO, N. J. MEKOULOU, L. P. KOJOM, V. D. TAFFOUO and S. D. DIBONG, "Microalgal structure and diversity in some canals near garbage dumps of Bobongo basin in the city of Douala, Cameroun", *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 2 (10) (2020) 48 - 61
- [33] - J. BARBE, O. SCHLUMBERGER and N. BOURETZ, "Utilisation du phytoplancton pour estimer la production piscicole potentielle des étangs", *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 355 (1999) 387 - 402
- [34] - A. HERBLAND, "La culture du phytoplancton dans les bassins aquacoles : aspects théoriques et applications pratiques", Rapport, Département Aquaculture en Calédonie, IFREMER, Délégation de Nouvelle-Calédonie, (2007) 15 p.