



REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union-Discipline-Travail

**Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique**



**Laboratoire des Milieux
Naturels et Conservation
de la Biodiversité**

**Année Universitaire
2022-2023**

**Numéro d'ordre :
1683/2023**

**Soutenu publiquement
le 01/08/2023**



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master de Biodiversité et Valorisation des Ecosystèmes de l'Université Félix HOUPHOUET- BOIGNY

Spécialité : Ecologie Tropicale

Option : Ecologie Végétale

M. GWO Youssouf

ETUDE DU PEUPLEMENT PHYTOPLANCTONIQUE DE QUATRE RIVIERES DE LA REGION D'ABOISSO (N'GOTOPKRE, MOUYASSUE, ANVO ET TOUDOUM) CÔTE D'IVOIRE

Composition du jury

M. KOUASSI Kouassi Philippe

Professeur Titulaire

UFHB

Président

M. KOMOE Koffi

Maître de Conférences

UFHB

Superviseur

Mme KONAN Estelle Sévérine

Chargée de Recherche

CRO

Directrice

M. KAMELAN Tanoh Marius

Maitre-Assistant

UFHB

Examinateur

DEDICACES

Je dédie ce présent mémoire a toute ma famille
A feu Papa Yacouba que la terre te soit légère.

Mention spéciale à toi maman d'être toujours là pour nous guider sur le chemin de la droiture.

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Ce mémoire de Master de Biodiversité et Valorisation des Ecosystèmes, Spécialité Ecologie Tropicale a été réalisé à l'Unité Pédagogique et de Recherche (UPR) de Botanique, au laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) Biosciences à l'Université Felix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), sous la direction scientifique de Monsieur N'GUESSAN Kouakou Edouard, Professeur Titulaire, Directeur du Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité.

Le présent travail entre dans le cadre de la préparation du Diplôme de Master de Ecologie Tropicale, option Botanique et s'inscrit dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire initiée par le Centre de Recherches Océnologiques(CRO) dans le but de déterminer l'état de pollution de quelques rivières notamment, dans la région d'Aboisso. Les travaux de recherche ont été menés sous la direction de Madame KONAN Estelle Sévérine, Chargée de Recherche au Centre de Recherches Océnologiques (CRO) et sous la supervision de Monsieur KOMOE Koffi, Maitre de Conférences à l'Université Felix Houphouët Boigny de Cocody

La réalisation de ce travail n'aurait pu être possible sans le soutien et les encouragements de nombreuses personnes. A celles-ci, nous exprimons nos profondes gratitude et nos sincères remerciements.

A Monsieur BALLO ZIÉ, Professeur Titulaire et Président de l'Université FÉLIX HOUPHOUËT-BOIGNY pour avoir autorisé notre inscription à l'U.F. R Biosciences.

A Monsieur CHERIF Mamadou, Maitre de Conférence à l'Université Felix Houphouët Boigny, Directeur de l'UFR Biosciences, nous voudrions lui exprimer toute notre gratitude pour notre acceptation dans son UFR.

Nous remercions Monsieur N'GUESSAN Kouakou Edouard, Professeur Titulaire à l'Université Felix Houphouët Boigny, Directeur du laboratoire des Milieux Naturels et conservation de la Biodiversité, pour nous avoir accepté dans son laboratoire.

A Monsieur VROH Tra Bi, Maitre de conférence à l'Université Felix Houphouët Boigny, responsable du niveau MASTER 2, nous réitérons notre reconnaissance pour avoir été parmi les premiers enseignants à nous initier à la Botanique.

Nous voudrions exprimer toute notre gratitude à Monsieur KOUASSI Kouassi Philippe Professeur Titulaire de l'Université Felix Houphouët Boigny, (UFR Biosciences) pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous exprimons nos reconnaissances à Monsieur KOMOE Koffi, Maître de Conférences à l'Université Felix Houphouët Boigny, superviseur de ce mémoire pour sa disponibilité, son soutien, ses encouragements, ses critiques et sa rigueur pour la perfection de ce travail.

Nos sincères remerciements vont également à l'endroit de Madame KONAN Estelle Sévérine, Chargée de Recherche au Centre de Recherches Océnologiques, Directrice de ce mémoire, Nous lui disons grand merci pour sa disponibilité, ses encouragements, ses conseils et ses critiques qui nous ont permis de parfaire ce document.

Nous disons merci à Monsieur KAMELAN Tanoh Marius, Maitre-Assistant de l'Université Félix Houphouët-Boigny, nous exprimons notre vive reconnaissance pour avoir accepté de prendre part à ce jury l'amélioration de la qualité de ce mémoire.

Nos remerciements vont également à l'endroit de tous les enseignants de l'U.F.R. Biosciences et du parcours Ecologie Tropicale en particulier qui nous ont aidés, à divers titres par leur encouragement et leurs conseils.

A mes amis et Ainés ; à toute la promotion de Master 2 ainsi que la grande famille AEEMCI grâce à laquelle j'ai pu m'adapter au système universitaire, à tous mes amis qui n'ont pas été cités, je tiens à vous signifier ma profonde gratitude et vous dire merci d'être toujours là à mes côtés.

TABLES DES MATIERES

DEDICACES	i
AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS	ii
TABLES DES MATIERES	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	vii
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	ix
CHAPITRE I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I.1 MILIEU D'ÉTUDE	5
I.1.1 Situation géographique.....	5
I.1.2 Climat	5
I.1.3 Végétation	5
I.1.4 Hydrographie.....	7
I.1.5 Activités anthropiques.....	7
I.1.6 Relief et sol.....	7
I.2 PHYTOPLANCTON	7
I.2.1 Définition	7
I.2.2 Habitat et écologie.....	8
I.2.3 Classification du phytoplancton	8
I.2.3.1 Les Cyanoprokaryota	8
I.2.3.2 Les Chlorophyta.....	9
I.2.3.3 Les Euglenophyta.....	9
I.2.3.4 Les Bacillariophyta	9
I.2.3.5 Les Dinophyta.....	10
I.2.3.6 Les Rhodophyta	10

I.2.3.7 Les Cryptophyta.....	10
CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES	11
2.1 MATERIEL	12
2.1.1 Matériel biologique	12
2.1.2 Matériel technique.....	12
2.1.2.1 Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques et de localisation des stations	12
2.1.2.2 Matériel de prélèvement et d'observation des micro-algues	12
2.2 METHODES	14
2.2.1 Choix des sites d'échantillonnage	14
2.2.2 Mesure des paramètres physico-chimiques.....	14
2.2.3 Méthodes de prélèvement, d'observation du phytoplancton et d'identification	17
2.2.3.1 Méthode de prélèvement du phytoplancton	17
2.2.3.2 Méthode d'observation et de comptage du phytoplancton.....	17
2.2.3.3 Méthode d'identification du phytoplancton	17
2.2.4 Méthodes d'analyse du peuplement	18
2.2.4.1 Pourcentage d'occurrence	18
2.2.4.2 Indice de similarité de Jaccard	18
2.2.4.3 Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	18
2.2.4.4 Indice d'équitabilité.....	19
2.2.4.5 Traitements statistiques des données	20
CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION	21
3.1 RESULTATS	22
3.1.1 Caractérisation physico-chimiques des eaux des rivières	22
3.1.2 Etude qualitative du peuplement phytoplanctonique	25
3.1.2.1 Fréquence d'occurrence des taxons en fonction des embranchements	30
3.1.2.2 Similarité entre les peuplements des différentes stations	30

3.1.3 Etude quantitative du peuplement phytoplanctonique	32
3.1.3.1 Densité phytoplanctonique	32
3.1.3.2 Indice de diversité de shannon-Weaver.....	33
3.1.3.3 Indice d'équitabilité	33
3.1.3.4 Corrélation des paramètres physico-chimiques sur les espèces phytoplanctoniques.....	33
3.2 DISCUSSION	39
3.2.1 Paramètres physiques et chimiques.....	39
3.2.2 Peuplement phytoplanctonique	40
3.2.2.1 Aspect qualitatif.....	40
3.2.2.2 Aspect quantitatif.....	41
3.2.2.3 Influence des paramètres physico-chimiques sur le peuplement algal	42
CONCLUSION, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS	43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	45

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

CANOCO	: Canonical Community Ordination (Ordination canonique des communautés)
C.R.O	: Centre de Recherches Océanologiques
et al.	: et collaborateurs
G.P.S.	: Global Positioning System = Système de Positionnement Global
GSP	: Grande Saison des Pluies
GSS	: Grande Saison Sèche
PSS	: Petite Saison de Sèche
U.F.R.	: Unité de Formation et de Recherche
pH	: Potentiel d'Hydrogène
p.m.	: Pour mille
D.C.A	: Detrended Correspondence Analysis
R.D.A	: Analyse de Redondance
SD	: déviation standard
NG	: N'Gotopkré
MY	: Mouyassué
AN	: Anvo
TD	: Toudoum

LISTE DES FIGURES

Figure 1: carte de la région du sud-Comoé	6
Figure 2: Appareils de mesure et d'analyse des paramètres physico-chimiques et matériel de récolte et d'observation des micro-algues	13
Figure 3: Localisation des sites d'échantillonnage	15
Figure 4: Variations spatio-temporelles de la température	23
Figure 5: Variations spatio-temporelles de la conductivité	23
Figure 6: Variations spatio-temporelles de la salinité	23
Figure 7: Variations spatio-temporelles du pH.....	23
Figure 8: Variations spatio-temporelles de l'oxygène dissous	24
Figure 9: Variations spatio-temporelles du nitrate	24
Figure 10: Variations spatio-temporelles des Orthophosphates	24
Figure 11: Variations spatio-temporelles de la silice.....	24
Figure 12: Proportion des différents embranchements observés au niveau des rivières.....	29
Figure 13: Nombre des taxons en fonction des stations d'échantillonnage.....	29
Figure 14: Variation des densités absolues et relatives du phytoplancton récolté dans la station N'Gotopkré	35
Figure 15: Variation des densités absolues et relatives du phytoplancton récolté dans la station Mouyassué	35
Figure 16: Variation des densités absolues et relatives du phytoplancton récolté dans la station Anvo.....	36
Figure 17: Variation des densités absolues et relatives du phytoplancton récolté dans la station Toudoum	36
Figure 18: Variation des indices de diversité de Shannon au niveau des rivières	37
Figure 19: Variation des indices d'équabilités au niveau des rivières	37
Figure 20: Corrélation entre les paramètres physico-chimiques, taxons phytoplanctoniques et les différentes stations	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Coordonnées géographiques des différentes stations	15
Tableau II: Liste des Taxons algaux répertoriés dans les différentes stations d'échantillonnage. Fréq : Fréquence d'occurrence, (*) : taxon accidentel ; (**) : taxon accessoire ;(***) : taxon constant	25
Tableau III: Répartition des embranchements observés dans les différentes stations en fonction de leur occurrence	31
Tableau IV: Indice de similarité de Jaccard (NG : N'Gotopkré (St1) ; MY : Mouyassué (St2) ; AN : Anvo (St3) et TD : Toudoum (St4)).....	31
Tableau V: Taxons utilisés et leurs acronymes.....	37

INTRODUCTION

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs, les lagunes, etc.(**Groga, 2012**).

L'eau douce est une ressource indispensable à la vie, notamment celle des populations humaines. L'enjeu majeur vis-à-vis de cette ressource concerne le maintien de sa disponibilité tant en quantité qu'en qualité par rapport aux services et usages multiples qu'elle offre. Cette disponibilité est aujourd'hui reconnue comme limitée en raison de l'accroissement de la pression démographique, des besoins associés et des conséquences des activités humaines (**Jackson *et al.*, 2001**).

En côte d'ivoire, le réseau hydrographique est constitué par quatre grands bassins (Comoé, Bandama, Cavally et le Sassandra) d'une dizaine de petits bassins côtiers (Tanoé, Bia, Mé, Boubo, Agnéby, Niouniourou, San-Pédro, Néro, Méné, Tabou) et des sous-bassins du Niger (la Bagoé et le Baoulé).

La région du Sud-Est de la Côte d'Ivoire est une zone d'intenses activités agricoles. En effet, cette région à l'origine essentiellement forestière, a connu l'avènement des cultures de rente (de palmiers à huile, de bananiers, de cacaoyers, d'ananas...). Ces plantations occupent environ 44 % de la superficie de cette région (**Anonyme 1, 2001**).

Or, la production de ces cultures implique une utilisation de produits phytosanitaires (engrais, pesticides), ce qui pourrait avoir des conséquences sur la qualité des eaux, et conduire à des changements profonds de la composition et de la structure des peuplements des organismes des hydrosystèmes de cette zone. Selon **Levèque (1999)**, les écosystèmes aquatiques connaissent une dégradation de plus en plus rapide et généralisée. En effet, ces hydrosystèmes sont agressés continuellement par les activités anthropiques et constituent même pour certains d'entre eux, le déversoir des ordures ménagères et des eaux usées domestiques qui modifient progressivement leurs états.

Le stress anthropique du milieu aquatique a des effets néfastes sur la qualité de l'eau et des organismes qui y vivent. Parmi ces organismes aquatiques dont la distribution et l'abondance sont affectées par les activités humaines, figure le phytoplancton. Ces derniers sont connus comme des organismes qui jouent un rôle capital dans le milieu aquatique, par la fixation du carbone et comme source de nourriture importante pour les poissons et le zooplancton (**Angelier, 2000 ; Schlumberger et Bouretz, 2002**).

Malgré leur importance dans les hydrosystèmes, les algues restent en général très peu étudiées en Afrique, surtout dans les écosystèmes d'eau douce où les travaux les plus marquants sont ceux effectués par Compère (**1977**) pendant les années 1970.

Cependant, en dehors de ces travaux sur la taxonomie des algues planctoniques des cours d'eau, une seule étude (**Iltis, 1982a et b**) a été effectuée sur les algues périphytiques des eaux courantes. En Côte d'Ivoire, les travaux réalisés concernent les aspects systématiques (**Da et al., 2009 ; Ouattara et al., 2000**) et écologiques (**Iltis, 1983 ; Ouattara et al., 2007**) des peuplements algaux. Hormis les travaux de **Niamien-Ebrotié (2010)** sur les rivières, Éholié, Éhanaï et Noé et ceux de **Seu-Anoï (2012)** sur la lagune Aby; aucune autre étude relative au phytoplancton n'a été réalisée dans cette zone quand on sait qu'elle regorge de plusieurs cours d'eaux. L'insuffisance d'informations sur les algues de la région du sud Comoé justifie la présente étude particulièrement dans les zones à forte activité agricole comme la région du Sud-Est. Compte tenu de l'importance des activités anthropiques dans cette région, l'objectif de ce travail sera d'étudier l'impact de ces activités sur la composition et la dynamique des algues phytoplanctoniques des rivières de la région d'Aboisso.

Il s'agit plus spécifiquement de :

- Caractériser les paramètres physico-chimiques des rivières;
- Déterminer la composition et la dynamique des algues phytoplanctoniques ;
- Etablir l'interaction entre les paramètres physico-chimiques et les taxons phytoplanctoniques.

Outre l'introduction et la conclusion, notre travail portera sur trois chapitres. Le premier chapitre est réservé à la revue bibliographique, le deuxième concerne le matériel et les méthodes et le troisième chapitre est consacré aux résultats et à la discussion.

**CHAPITRE I:REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**

I.1 MILIEU D'ÉTUDE

I.1.1 Situation géographique

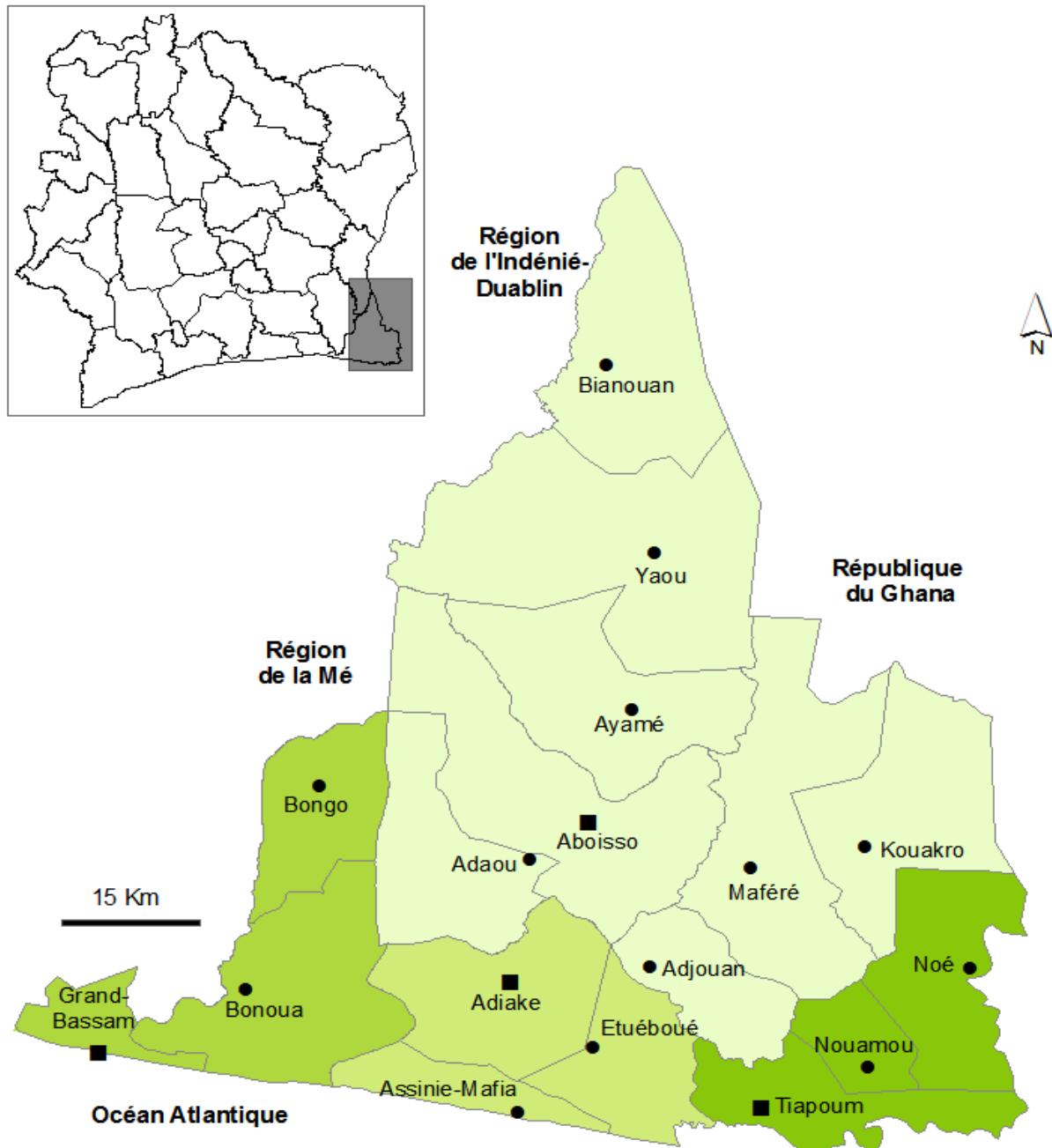
Aboisso est une ville située dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire, à 116 km à l'est d'Abidjan. Capitale de la région du Sud-Comoé, elle est l'une des localités les plus proches de la frontière du Ghana. Cette ville fait partie du royaume du Sanwi, l'un des plus vieux royaumes du pays. La région du Sud Comoé, est limitée au Nord par la région de l'Indenié Djuablin, au sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par le Ghana et à l'Ouest par le district d'Abidjan et la région de la Mé, entre les latitudes nord 5° 30' et 5° 49' N, et les longitudes ouest 3° 12' et 3° 25'. Elle a une superficie de 7278 Km² et une population estimée à 642 620 habitants selon le recensement de 2014 et regroupe les villes d'Aboisso (le chef-lieu de la région), Adiaké, Ayamé, Grand Bassam, Bonoua, Tiapoum et Maferé (**Figure 1**). La ville d'Aboisso est située entre les latitudes nord 5° 66' et 5° 28' et les longitudes ouest de 3° 12' et 3° 20' (**Koua, 2007**).

I.1.2 Climat

Le tiers Sud du pays est soumis au climat subéquatorial (Attiéen) avec une température moyenne annuelle de 25° C à 33° C, des précipitations de 1 400 à 2 500 mm/an et un taux d'humidité de l'ordre de 80 à 90 % (**Halle et Bruzon, 2006**). La région du sud-Comoé est soumise au régime équatorial de transition comprenant quatre (4) saisons : une grande saison des pluies d'Avril à Juillet, une petite saison sèche d'Août à Septembre, une petite saison des pluies d'Octobre à Novembre et une grande saison sèche de Décembre à Mars.

I.1.3 Végétation

La végétation de la Côte d'Ivoire est composée de deux domaines : le domaine soudanien au Nord et le domaine guinéen au Sud. Notre zone d'étude, située dans la région du Sud-Est présente une végétation de type forestier qui appartient au domaine guinéen. Cette végétation est caractérisée par une forêt ombrophile sempervirente (**Essan, 1985**). On y retrouve aussi des formations hydromorphes composées de forêts marécageuses et de mangroves occupant les vallées et les bas-fonds. La superficie exploitée par l'agriculture est estimée à 238 384 hectares, soit 44 % de la superficie de cette région (**Anonyme 1, 2001**). Selon cette source, 95,2 p.c. des sols cultivés sont occupés par les cultures de rente (cacaoyers, caféiers,



Statut administratif
 ■ chef-lieu de département
 ● chef-lieu de sous-préfecture

Limite de sous-préfecture

Départements

Aboisso
Adiaké
Grand Bassam
Tiapoum

Source : BNETD, 2013.
 Dessin : Loba A.

Figure 1: carte de la région du sud-Comoé

https://www.researchgate.net/figure/situation-et-structuration-administrative-de-la-region-du-Sud-Comoe_fig5_346470525

bananiers et palmiers à huile). Le reste de la superficie cultivée est consacré aux cultures vivrières (riz, manioc, banane plantain, ...). Plus spécifiquement, dans le département d'Aboisso, sur 116 619 hectares de terres cultivées, 45 p.c. sont consacrés aux cacaoyers, 34 p.c. aux cafétiers, 13 % aux palmiers à huile et 8 p.c. pour les autres cultures (**Anonyme 1, 2001**).

I.1.4 Hydrographie

La Côte d'Ivoire dispose d'un vaste réseau hydrographique composé de fleuves, de lacs, de lagunes et de rivières dont les plus importants sont les systèmes lagunaires de Grand-Lahou, Ebrié et Aby. Le Sud-Est de la Côte d'Ivoire possède un réseau hydrographique relativement dense, constitué de la lagune Aby et de plusieurs rivières côtières dont N'Gotopkré, Anvo, Mouyassué et Toudoum.

I.1.5 Activités anthropiques

Les principales activités de la population riveraine sont la pêche et l'agriculture notamment les plantations de palmiers à huile et de cocotiers. Outre les plantations villageoises, la plantation industrielle d'Ehania (cocotiers, bananiers, palmiers à huile) de 22000 ha influence l'écosystème par drainage des polluants. Cependant, ce milieu peut recevoir des eaux d'origine agricole tels que les produits phytosanitaires et les fertilisants des sols. Par ailleurs, l'écosystème subit d'autres pressions anthropiques comme les activités d'orpaillage, l'exploitation des mangroves, la destruction des habitats naturels (**Abé et al., 2002**).

I.1.6 Relief et sol

Le

relief du département d'Aboisso est très accidenté, notamment dans la partie Nord-Est (dans les sous préfectures d'Ayamé et de Bianouan) et à l'est (dans la sous-préfecture de Maféré). Les sols du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Aboisso) sont de type ferrallitique avec quelques spécificités pour chaque bassin versant des rivières (**Perraud et De La Souchère, 1971**). Les sols ferrallitiques fortement dénaturés caractérisent la partie Sud de la Côte d'Ivoire. Ces sols sont issus de granites alcalins gris clair pouvant contenir des intercalations de schistes métamorphiques (**Collinet, 1984**).

I.2 PHYTOPLANCTON

I.2.1 Définition

Du grec *phyton*=plante ou *planktos*=errant, le phytoplancton désigne l'ensemble des microorganismes photosynthétiques libres, passifs et en suspension dans la colonne d'eau (**Groga, 2012**). Ce sont des cellules, des filaments ou des colonies qui ne peuvent pas nager et

dont les mouvements dépendent du milieu aquatique. Selon **Chisholm (1995)** ; **Behrenfeld et al. (2001)**, les organismes phytoplanctoniques représentent 1 p.c de la biomasse des organismes photosynthétiques sur terre et assurent 45 p.c de la production primaire. Ils sont également à la base de la chaîne trophique pélagique et sont donc responsables d'une part essentielle de la production primaire des milieux aquatiques (**AzametMalfatti, 2007**).

I.2.2 Habitat et écologie

Les organismes phytoplanctoniques sont d'une extrême plasticité écologique. Ces espèces très cosmopolites colonisent les biotopes terrestres et aquatiques (**Fogg et al., 1973**), et se retrouvent dans l'eau douce, saumâtre ou salée. Certaines espèces vivent en association avec des protozoaires, des éponges ou des ascidies (endozoïques), ou avec des fougères aquatiques, ou des angiospermes (endophytiques) (**Couté et Bernard, 2001**). Dans le cas où elles sont strictement aquatiques, elles peuvent être planctoniques, vivant dans la colonne d'eau, fixées ou proches des divers substrats et se développent à l'intérieur même des sédiments (**Mur et al., 1999** ; **Couté et Bernard 2001**).

I.2.3 Classification du phytoplancton

Les microalgues sont des algues microscopiques, unicellulaires ou pluricellulaires indifférenciées. Selon **Sheath et Wehr (2003)**, elles appartiennent à deux règnes (Eubacteria ou Prokaryota et Eukaryota) et à plusieurs embranchements. Parmi ces embranchements, sept sont couramment rencontrés dans les eaux douces tropicales (**Iltis, 1980** ; **Compère, 1989**). Ce sont les Cyanobacteria, les Chlorophyta, les Euglenophyta, les Heterokontophyta, les Rhodophyta, les Dinophyta et les Cryptophyta. La classification selon **Van Den Hoek et al. (1995)** a été adopté. En se basant sur leur caractère cytologique, le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent essentiellement par la présence (eucaryote) ou non (procaryote) de véritable noyau (**Prescott et al., 2003**). Grâce notamment aux avancées de la technologie en biologie moléculaire, la systématique est en plein essor (**Iglesias-Rodriguez et al., 2006** ; **Not et al., 2007** ; **Saez et al., 2008**). La classification des différents embranchements est basée essentiellement sur les critères écologiques, morphologiques, physiologiques, biochimiques et de reproduction dans les milieux aquatiques. C'est ainsi que certains auteurs, comme **Iltis (1980)** a dénombré 6 embranchements, **Couté et Chauveau (1994)**, 7 embranchements.

I.2.3.1 Les Cyanoprokaryota

Les cyanobactéries sont pourvues de chlorophylle a et de pigments accessoires (phycocyanine, phycoérythrine et caroténoïdes) (**Ganfet et al., 1991**). Les cyanobactéries se divisent

essentiellement par fission binaire ou division végétative. La morphologie des cyanobactéries est diverse, elle peut être unicellulaire, coloniale, filamenteuse. Les cyanobactéries sont des bactéries photosynthétiques et non des algues proprement dites. Elles partagent toutefois les mêmes habitats que les algues, compétitionnent pour les mêmes ressources et écosystèmes aquatiques. Elles se regroupent en quelque 2000 espèces réparties en 150 genres (**Bensafia, 2005**).

I.2.3.2 Les Chlorophyta

Les Chlorophyta ou Algues Vertes constituent les organismes à noyau bien différencié. Elles possèdent des plastides d'un vert franc contenant de la chlorophylle a et b associé à α et β carotènes et des xanthophylles (**Iltis, 1984**). Selon **Germain (1981)**, ces algues ont des formes de nature diverses. Elles peuvent être unicellulaires, coloniales. La reproduction est de type sexué et asexué (fission binaire) et leurs réserves fondamentales est l'amidon localisé dans l'appareil photosynthétique. Formant un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euclorophycées, les Ulothricophycées, les Zygomycées et les Charophycées (qui comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces). Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euclorophycées (**Mollo et Noury, 2013**).

I.2.3.3 Les Euglenophyta

Les Euglenophyta constituent un groupe d'eucaryotes unicellulaires flagellés et mobiles sans paroi cellulaire, avec une vacuole contractile, un stigma orange à rouge composé de globules de caroténoïdes (**Iltis, 1984**). Les Euglenophytes contiennent de la chlorophylle a et b et leurs réserves glucidiques sont constituées par le paramylon stocké dans le cytoplasme. La reproduction se fait par division cellulaire (**De Rivers, 2003**).

I.2.3.4 Les Bacillariophyta

Les Bacillariophyta sont des microorganismes photosynthétiques, placés dans le clade des Heterokontophyta (**Konan et al., 2018**). Elles forment des communautés diversifiées qui colonisent tous les environnements où il y a présence d'eau, en permanence ou de façon intermittente (**Campeau et Dubuc., 2014**). Elles sont souvent isolées ou regroupées en colonies. Leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse (**Germain, 1981**). Ces algues sont unicellulaires, coloniales, quelquefois filamenteuses, à plastides bruns ou jaunes contenant de la chlorophylle a et c, du β carotène et de plusieurs xanthophylles (**Iltis, 1984**). Elles sont dépourvues de flagelles. Ces organismes se

reproduisent par multiplication végétative (**De Reviers, 2003**). La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de multiplication chez les Bacillariophycées (**Mollo et Noury, 2013**).

I.2.3.5 Les Dinophyta

Ils sont encore appelés Dinoflagellés ou Péridiniens et sont une catégorie de protistes. Certains sont hétérotrophes, d'autres sont mixotrophes et d'autres encore sont des organismes photosynthétiques qui sont assimilés à des algues unicellulaires, mobiles, en majorité biflagellé. Leurs réserves sont composées d'amidon extraplastidial (**De Reviers, 2003**). Ce groupe est constitué est la seule classe des Dinophyceae, qui contiennent les chlorophylles *a* et *c*, des xanthophylles et des carotènes.

I.2.3.6 Les Rhodophyta

Ces algues sont représentées par des formes caractérisées par un chloroplaste ne possédant pas de réticulum endoplasmique externe (**Sheath et Wehr, 2003**). Leurs pigments sont constitués des chlorophylles *a* et *d*, de carotènes, de xanthophylles et de biliprotéines (phycoérythrine et phycocyanine). Les réserves sont composées de rhodamylon.

I.2.3.7 Les Cryptophyta

Ces algues sont toutes unicellulaires. Elles sont munies de fouets légèrement inégaux, insérés latéralement, dirigés dans le même sens et sortant d'un cytopharynx (**Sheath et Wehr, 2003**). La plupart des cryptophytes possèdent un, deux ou plusieurs plastes diversement colorés (bruns, jaunes, rouges, bleus ou bleu-vert). Quelques-unes sont dépourvues de plastes. Les Chapitre I : Généralités Thèse Unique en Sciences et Gestion de l'Environnement – Université d'Abobo-Adjame 17 plastes bruns, contiennent les chlorophylles *a* et *c* avec des carotènes et des biliprotéines. Les réserves de la cellule sont constituées d'amidon extraplastidial. Les cellules sont libres, solitaires, à contours réniformes ou elliptiques, souvent plus larges à l'apex.

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATERIEL

Il est constitué de matériel biologique et de matériel technique.

2.1.1 Matériel biologique

Il est constitué de l'ensemble du phytoplancton contenu dans les échantillons d'eaux prélevés dans les différentes stations.

2.1.2 Matériel technique

2.1.2.1 Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques et de localisation des stations

Le matériel est composé d'un multiparamètre portable de type HQ 40D pour les mesures de la température ($^{\circ}\text{C}$), de la salinité (p.m.), la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$), d'oxygène dissous (mg. L-1) et du pH (**Figure 2A**), ensuite d'un spectrophotomètre hach-lange DR-6000 pour l'analyse des sels nutritifs (**Figure 2B**), d'un récepteur GPS (Global Positioning System), pour enregistrer les coordonnées géographiques des stations et enfin d'un disque de Secchi (**Figure 2C**).

2.1.2.2 Matériel de prélèvement et d'observation des micro-algues

Le matériel de prélèvement et d'observation des micro-algues se compose d'un filet à plancton de 20 μm de vide de maille (**Figure 2D**) pour le prélèvement des échantillons d'eau, du formaldéhyde de commerce de concentration finale de 5% pour la conservation des échantillons, des piluliers d'une contenance de 60 ml ont été utilisés pour recueillir les prélèvements, d'un appareil photo numérique pour photographier les micro-algues, d'un microscope photonique de marque Olympus CKX 41 (**Figure 2E**) pour observer et les différentes espèces de micro-algues et d'une cellule de comptage de type Malassez (**Figure 2F**).



↔ 6cm

Figure 2A: Multiparamètre



↔ 16,25cm

Figure 2B: Spectrophotomètre

Hach-Lange DR-6000



↔ 12,5cm

Figure 2C : Disque de Secchi



↔ 50cm

Figure 2D : Filet à plancton



↔ 20cm

Figure 2E : Microscope photonique
de marque Olympus CKX 41

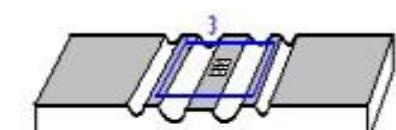


Figure 2F : Cellule de Malassez

2.2 METHODES

2.2.1 Choix des sites d'échantillonnage

Nos échantillonnages se sont déroulés entre Février 2021 à Août 2021 pendant trois saisons: pendant le mois de Février 2021 pour la grande saison sèche, le mois de Juillet en 2021 pour la grande saison des pluies et le mois d'Août pour la petite saison sèche. Quatre stations ont été choisies pour nos travaux, il s'agit des rivières N'Gotopkré, Anvo, Mouyassué et Toudoum (**Figure 3**). Elles ont été choisies de par leurs positions proches des usines de transformation de palmier à huile et des vastes plantations industrielles. Un récepteur GPS (*Global Positioning System*), a été utilisé pour enregistrer les coordonnées géographiques des stations (**Tableau I**).

2.2.2 Mesure des paramètres physico-chimiques

La mesure des paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, oxygène dissous, salinité) a été effectuée *in situ*.

La sonde du multiparamètre est préalablement mise sous tension et à chaque station, les sondes sont plongées dans l'eau. Les valeurs des différents paramètres s'affichent après sélection de la fonction concernée.

Concernant la transparence, le disque de Secchi est plongé dans l'eau jusqu'à sa disparition totale. À l'aide du fil gradué, nous le faisons remonter lentement jusqu'à sa réapparition, et grâce à l'indication du fil gradué, on détermine l'épaisseur de la zone euphotique. Quant à la mesure des sels nutritifs, elle s'est faite au laboratoire de chimie du C.R.O. Les échantillons d'eau destinés à l'analyse des paramètres chimiques sont prélevés à 50 cm en dessous de la surface de l'eau et sont recueillis dans des bouteilles de 500 ml, puis sont conservés dans des glacières. Les analyses sont ensuite faites au laboratoire et les différentes concentrations sont déterminées au moyen du spectrophotomètre.

Les échantillons de nitrate sont répartis en deux séries à raison de 10 ml. La première série représente le mélange réactionnel constitué de 10 ml d'échantillon auquel on ajoute le réactif de nitraver 5 dont l'intervalle de lecture admise se situe entre 0,3-30 mg/L. La seconde série est constituée d'échantillons exempts de réactif. Chaque échantillon du mélange réactionnel est lu contre un échantillon témoin après 5 mn d'incubation développant un complexe coloré jaune ambre. La lecture se fait à 500 nm au programme N-nitrate 355 HR-PP.

Le mode opératoire des nitrites reste identique à celui des nitrates en dehors du réactif qui est remplacé par le Nitriver 3 en lieu et place du Nitraver 5. La période d'incubation est de 20 mn avant la lecture dans la gamme 0,002-0,3 mg/L au programme N-nitrite 371 LR-PP.

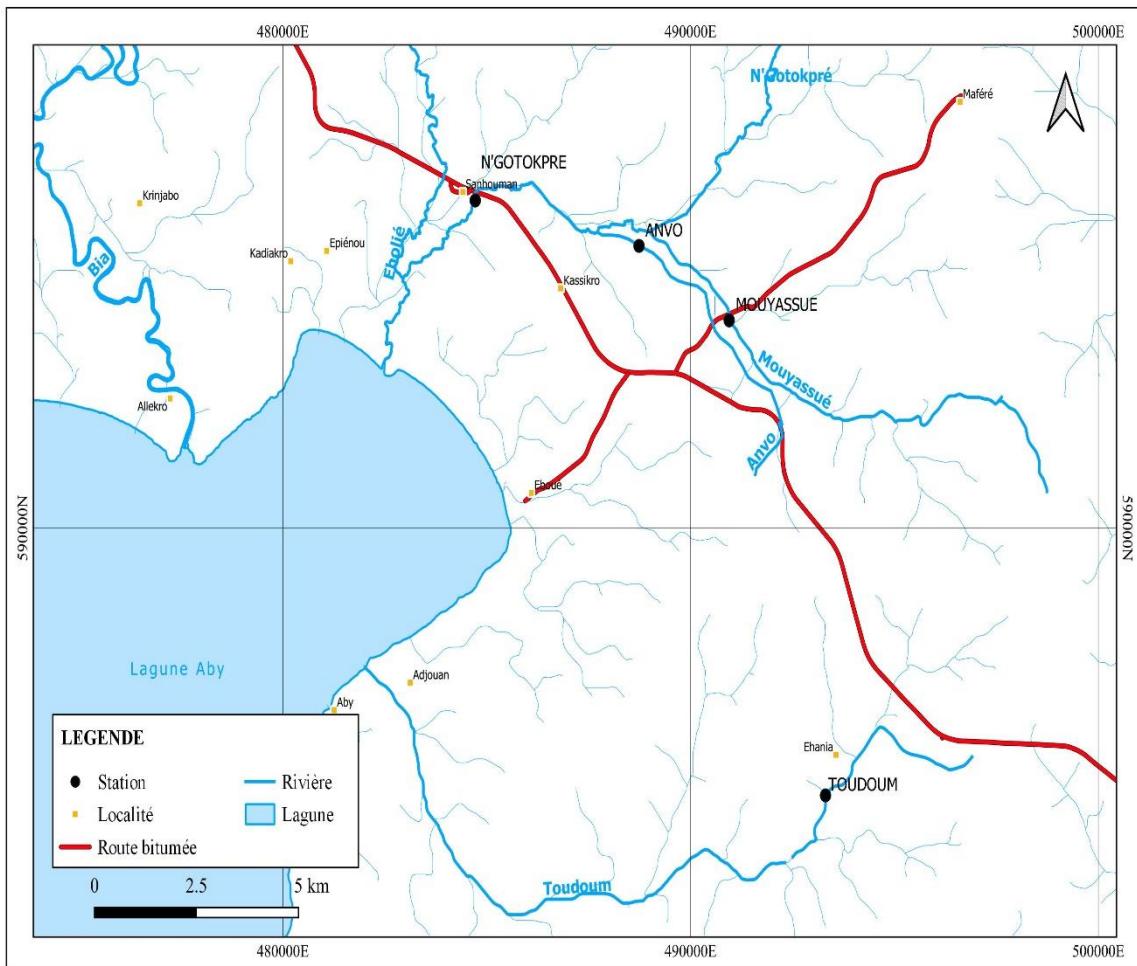


Figure 3: Localisation des sites d'échantillonnage

Tableau I: Coordonnées géographiques des différentes stations

STATIONS	NOMS DES STATIONS	X	Y
St1	N'Gotopkre	30N 04847140596554	
St2	Mouyassue	30N 04908260594123	
St3	Anvo	30N 04887820596046	
St4	Toudoum	30N04934500584646	

La longueur d'onde de 507 nm est requise pour la lecture après développement d'une coloration rouge.

Le dosage de l'ammonium se fait par une méthode dite ammonium salicylate qui diffère des deux précédentes (nitrate et nitrite) avec une seule série de prise d'essai dont un zéro (eau distillée + réactif) contre lequel sont lus les mélanges réactionnels (échantillons + réactifs). Il importe de préciser que deux réactifs font l'objet d'utilisation dont le salicylate ammoniacal ajouté à l'échantillon 3 mn avant l'ammoniac cyanurate. L'incubation de 15 mn conduit à la formation d'un complexe coloré jaune. Le dosage se fait à la longueur d'onde 655 nm au programme 385 N-Ammoniac salicylate dans la gamme de lecture comprise entre 0,01-0,50 mg/L.

Le dosage des orthophosphates suit le même ordre opératoire que celui du nitrate et du nitrite. Le réactif est Phosver 3. Son incubation favorisant une coloration bleue après 5 mn permet le dosage au programme 490 P-Réact PV dans la gamme de lecture comprise entre 0,02-2,5 mg/L à la longueur d'onde 880 nm.

La méthode d'hétéropolie LR (résolution : 0,001) a été utilisée pour le dosage de la silice dissoute de sorte à obtenir des résultats compris dans la gamme de lecture situé entre 0,010-1,600 mg/L. Elle nécessite dans un premier temps, une dilution au 1/10 des échantillons avant leur répartition en deux séries de 10 ml de prise d'essai. Un premier réactif à raison de 14 gouttes de molybdate-3 dans chaque prise d'essai (témoin et échantillon) fait l'objet d'ajout avant 4 mn d'attente précédent l'adjonction de l'acide citrique. L'acide aminé LR silica-amino-acid est ajouté 1 mn après, uniquement dans les prises d'essai de la série échantillons faisant l'objet de quantification de la silice dissoute. La coloration bleue après 2 mn permet le dosage de l'oxyde de silice contre les tubes témoins à la longueur d'onde 815 nm au programme 651 Silice-LR. La concentration de chaque échantillon en Oxyde de Silice est obtenue en multipliant la valeur lue au spectrophotomètre par le facteur de dilution f (f = 10).

2.2.3 Méthodes de prélèvement, d'observation du phytoplancton et d'identification

2.2.3.1 Méthode de prélèvement du phytoplancton

Les prélèvements du phytoplancton ont été réalisés par traction horizontale sur une distance de 6 m à la surface de l'eau à l'aide du filet à plancton aux différentes stations. Le résidu après filtration est recueilli dans le collecteur du filet est transvasé et conservé dans un pilulier et fixé au formol de commerce à la concentration finale de 5 p.c. Après ajout du formol, le pilulier est bien refermé, puis agité afin de permettre une bonne fixation.

2.2.3.2 Méthode d'observation et de comptage du phytoplancton

a) Méthode d'observation

L'observation est faite au laboratoire et a consisté à monter entre lame et lamelle, une goutte du contenu des piluliers prélevés à l'aide d'une pipette dans la partie sédimentée. La préparation ainsi obtenue est déposée sur la platine du microscope photonique et est explorée. Les observations sont faites d'abord à l'objectif 10x pour une vue d'ensemble, puis à l'objectif 40x pour plus de détails. Les spécimens observés sont mesurés à l'aide du micromètre objectif et photographiés.

β) Méthode de comptage

Le comptage des cellules phytoplanctoniques a été effectué à l'aide de la cellule de Malassez. La cellule de comptage a une profondeur connue et un quadrillage défini qui donnent un volume déterminé. Il est composé de cases qui, chacune, possède 4 lignes et 5 colonnes. Le volume d'une case est de : $0,2 \times 0,25 \times 0,2 = 0,01 \text{ mm}^3 = 10-5 \text{ ml}$ Pour le remplissage de la cellule, il faut humidifier les parties extérieures à la lamelle. Déposer la lamelle sur la cellule de Malassez, faire adhérer la lamelle à la lame en faisant glisser plusieurs fois la lamelle sur la lame. Déposer l'échantillon sur le bord de la lame à l'aide d'une pipette. Le liquide remplit alors la cellule par capillarité et l'on met ensuite la lame au microscope pour débuter le comptage.

2.2.3.3 Méthode d'identification du phytoplancton

L'identification des différentes espèces du phytoplancton est faite sur la base de clés de détermination et à partir de divers ouvrages : **Iltis (1980)**, **Bourrely (1981)**, **Adou (1999)**, **Komoé (2010)**, **Seu-Anoï (2012)**, et **Konan (2014)**. La description des espèces sera faite en suivant la classification établie par **Van den Hoek *et al.* (1995)**.

2.2.4 Méthodes d'analyse du peuplement

2.2.4.1 Pourcentage d'occurrence

Cette méthode renseigne sur les préférences de milieu (habitat) d'une espèce donnée. 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**).

$$F = \frac{F_i}{F_t} \times 100$$

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

Selon la valeur de la fréquence, trois catégories d'espèces sont définies suivant la classification de **Dajoz (2000)** :

- $F > 50$ p.c. : espèces constantes ;
- $25 \text{ p.c.} < F < 50 \text{ p.c.}$: espèces accessoires ;
- $F < 25$ p.c. : espèces accidentnelles.

2.2.4.2 Indice de similarité de Jaccard

La ressemblance entre deux communautés (habitats) a été estimée par l'indice de similarité de Jaccard. Selon **Schaeffer et al. (2005)**, cet indice varie de 0 (absence de similarité) à 1 (milieux identiques). La formule est la suivante :

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

j = nombre d'espèces communes aux deux stations

a = nombre de taxons propres à la station 1,

b = nombre de taxons propres à la station 2,

C_j = indice de similarité de Jaccard.

2.2.4.3 Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de diversité de Shannon (H') a été utilisé pour rendre compte de la répartition des individus entre les espèces (**Sanaa, 2006**). 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. 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.

En revanche, un indice de diversité élevé caractérise des populations matures présentant une composition spécifique complexe (**Ilitis, 1984**), avec une stabilité du peuplement relativement grande. L'indice de diversité de Shannon (H') relatif à un échantillon est calculé à partir de la relation suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) \times \text{Log}_2 (p_i)$$

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.

Ainsi, plus H' croît, plus la diversité est élevée. Quand il décroît, la diversité est minimale. Sa valeur est maximale quand H' tend vers l'infini.

2.2.4.4 Indice d'équitabilité

L'équitabilité a été définie afin de pouvoir comparer les diversités de deux peuplements ayant des nombres d'espèces différents (**Dajoz, 1982**). Cet indice permet d'étudier la régularité de la distribution des espèces (**Pielou, 1969**). Elle varie entre 0 et 1 et traduit la qualité d'organisation d'un peuplement (**Dajoz, 2000**). Une équitabilité faible indique que le peuplement est dominé par peu d'espèces. Elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Sa formule est :

$$E = \frac{H'}{(Log_2) R_s}$$

H' = indice de diversité de Shannon-Wiener ; R_s = nombre total d'espèces.

2.2.4.5 Traitements statistiques des données

Les analyses statistiques relatives à la répartition des espèces phytoplanctoniques en fonction des paramètres physico-chimiques ont été menées en utilisant le programme CANOCO (Canonical Community Ordination version 4.5). Dans ce programme, une analyse D.C.A.(DetrendedCorrespondenceAnalysis) a été effectuée préalablement sur les espèces. Cette analyse permet de déterminer la longueur du gradient en unité de déviation standard (SD). Lorsque le minimum de longueur du gradient est inférieur à 4 SD, une méthode linéaire est préférable à une méthode unimodale. Aussi, les analyses en R.D.A., techniques directes d'analyses multivariées dont certains auteurs ont pu démontrer l'intérêt pour le traitement des données floristiques et écologiques (**Muylaert et al., 1997** ; **O'Farrellet et al., 2007**), apparaissent-elles les plus appropriées pour cette étude. Ces méthodes permettent une interprétation plus aisée des ordinations puisqu'elles offrent une analyse simultanée de plusieurs variables, notamment en écologie où le besoin est grand de pouvoir mettre en relation les variables environnementales et les variables biotiques (**Ter Braak, 1988**). Les résultats de ces analyses sont représentés sous la forme de diagramme où les positions relatives des variables environnementales représentées par les flèches, permettent de préciser les interrelations. La longueur de la flèche dans l'ordination traduit l'importance de la variable environnementale. La direction montre comment la variable environnementale est corrélée aux divers axes des espèces. L'angle entre les flèches indique la corrélation entre les variables. L'emplacement des espèces par rapport aux flèches met en évidence les préférences environnementales de chaque espèce (**Angermeier et Karr, 1983** ; **Ter Braak, 1987**). Les embranchements et les valeurs des facteurs environnementaux ont subi une transformation logarithmique de type log (x+1) afin d'obtenir une distribution normale de ces données.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

3.1.1 Caractérisation physico-chimiques des eaux des rivières

La valeur maximale de la température ($28,7^{\circ}\text{C}$) a été observée à la rivière N'Gotopkre et la température minimale ($24,4^{\circ}\text{C}$) observée à la rivière Toudoum respectivement pendant la grande saison sèche et pendant la petite saison sèche (**Figure 4**).

Concernant la conductivité, les valeurs fluctuent entre $21,3 \mu\text{S}/\text{cm}$ à la rivière Mouyassue et $65,5 \mu\text{S}/\text{cm}$ à la rivière Toudoum pendant la même petite saison sèche (**Figure 5**).

Quant à la salinité, La valeur maximale $0,03 \text{ p.m.}$ a été enregistrée à la rivière Toudoum pendant la grande saison sèche et pendant la petite saison sèche ; la valeur minimale $0,01 \text{ p.m.}$ a été observée à la rivière N'Gotopkre et à Toudoum durant la grande saison sèche, à la station 2 de la grande saison des pluies, à la rivière N'Gotopkre, Mouyassue et Anvo de la petite saison sèche (**Figure 6**).

Le pH évolue entre $5,30$ et $6,69$. Sa valeur est minimale à la rivière Mouyassue pendant la grande saison des pluies et maximale à la rivière N'Gotopkre durant la grande saison sèche (**Figure 7**).

S'agissant de l'oxygène dissous, les valeurs varient entre $3,76 \text{ mg/L}$ et $6,83 \text{ mg/L}$. La valeur maximale a été mesurée à la rivière Anvo pendant la grande saison des pluies tandis que la valeur minimale est obtenue à la rivière N'Gotopkre pendant la grande saison sèche (**Figure 8**).

Les concentrations en nitrate oscillent entre $1,9$ et $3,9 \text{ mg/L}$ (**Figure 9**); la plus petite valeur et la plus élevée sont observées à la même rivière Toudoum respectivement à la petite saison sèche et à la grande saison sèche.

Les valeurs d'orthophosphates sont comprises entre $0,16$ et $2,50 \text{ mg/L}$ (**Figure 10**). La plus petite valeur et la plus élevée sont observées dans la même rivière Mouyassue respectivement à la grande saison sèche et à la petite saison sèche.

Pour la teneur en silice, elle fluctue entre $0,081 \text{ mg/L}$ et $7,93 \text{ mg/L}$ (**Figure 11**). La valeur minimale est observée à la rivière Mouyassue pendant la petite saison sèche et la valeur maximale à la rivière Anvo lors de la grande saison des pluies.

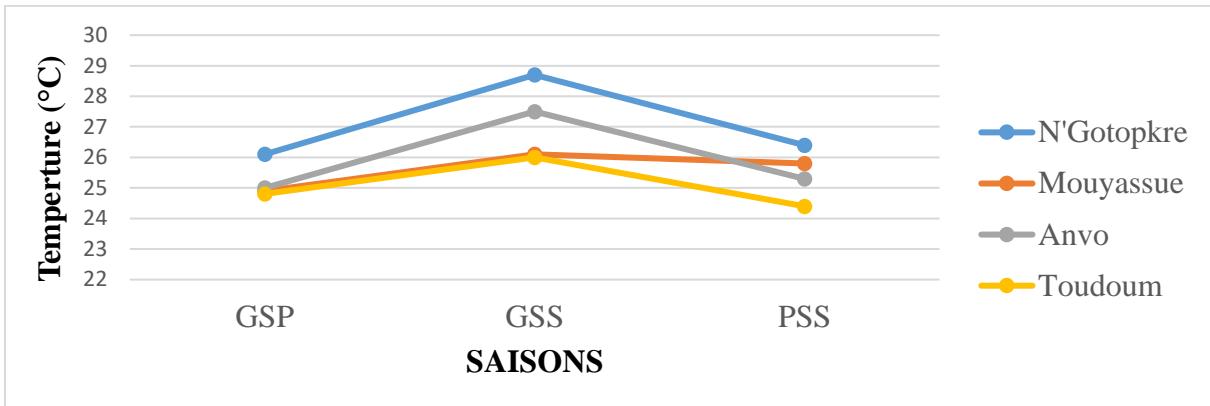


Figure 4: Variations spatio-temporelles de la température

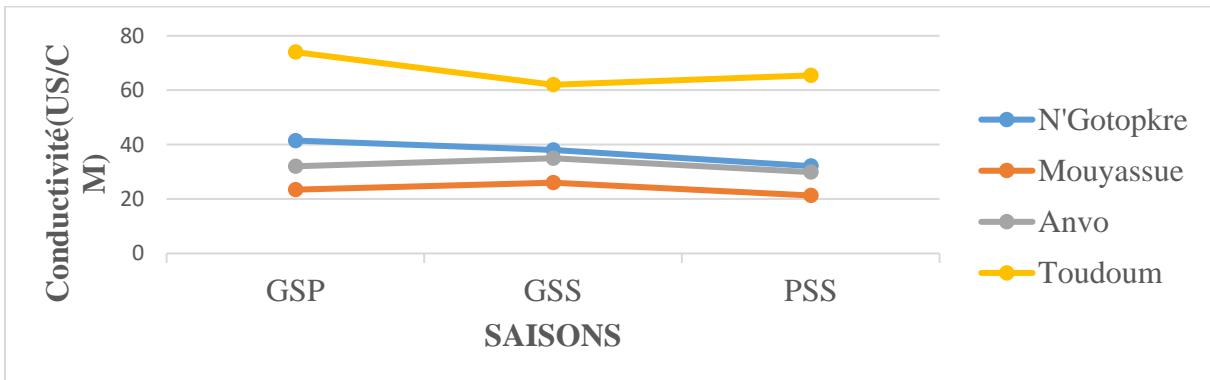


Figure 5: Variations spatio-temporelles de la conductivité

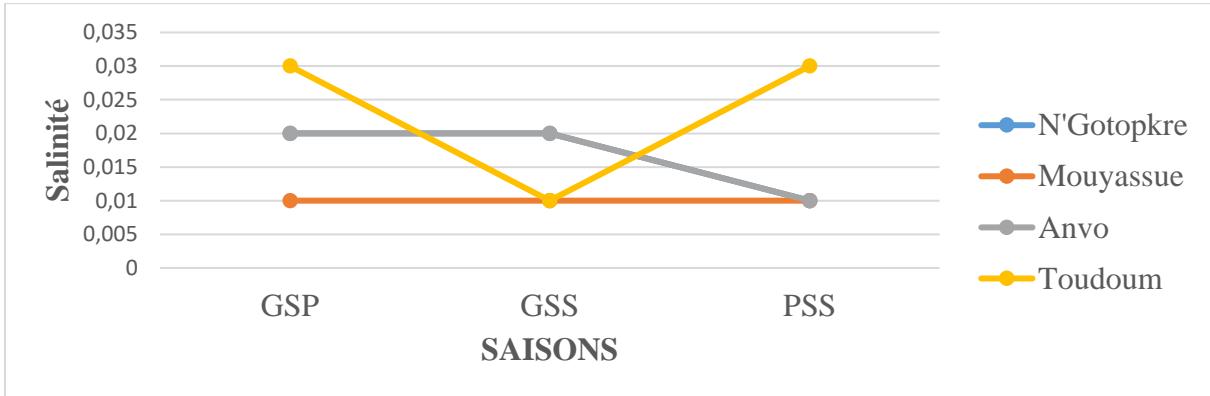


Figure 6: Variations spatio-temporelles de la salinité

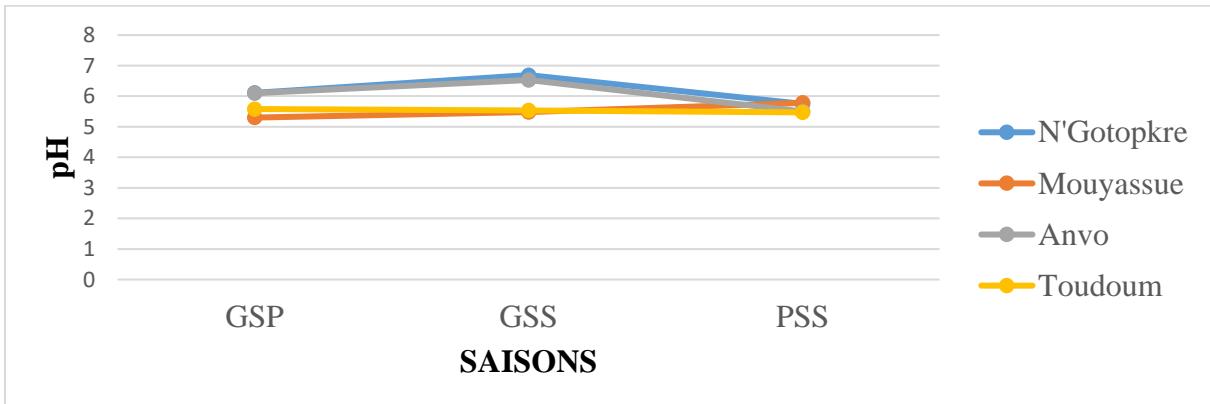


Figure 7: Variations spatio-temporelles du pH

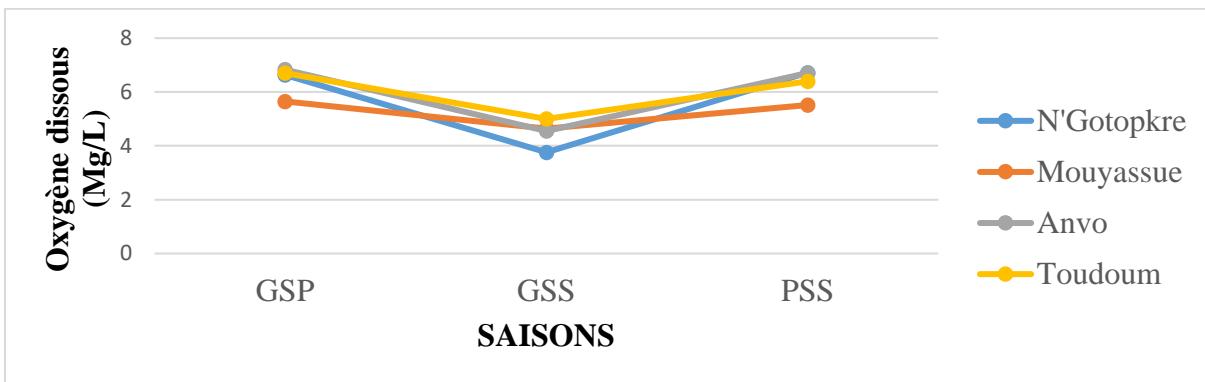


Figure 8: Variations spatio-temporelles de l’oxygène dissous

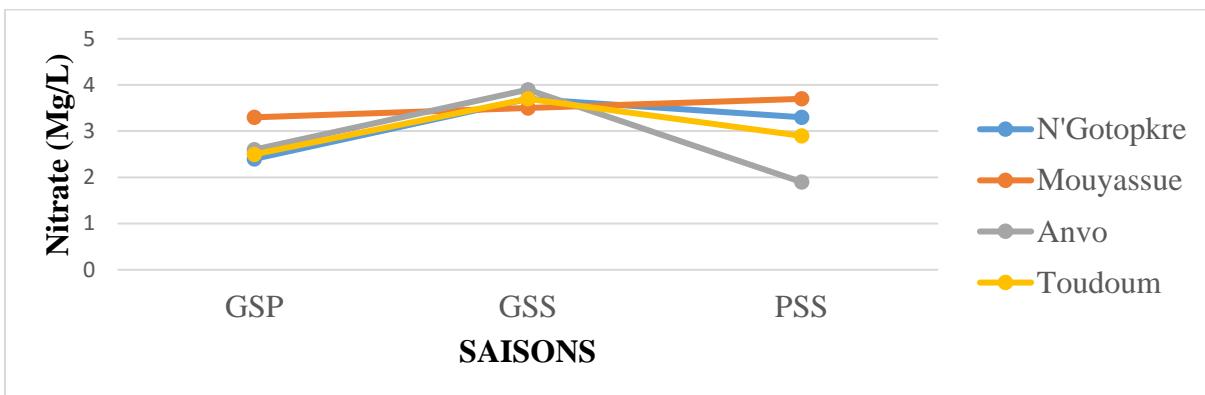


Figure 9: Variations spatio-temporelles du nitrate

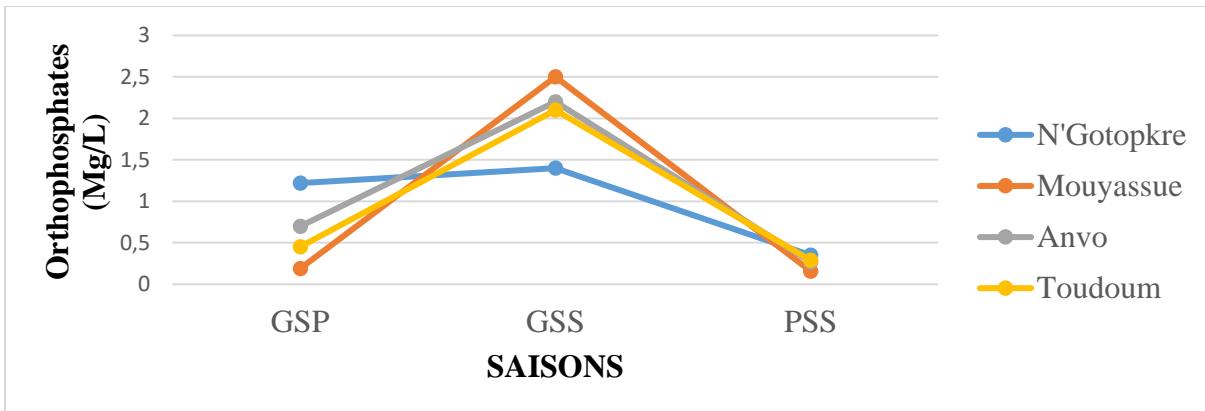


Figure 10: Variations spatio-temporelles des Orthophosphates

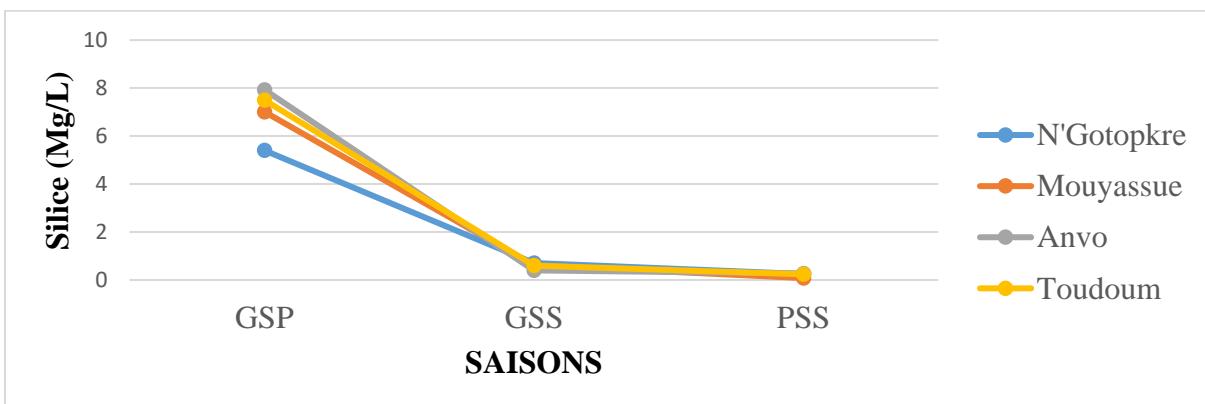


Figure 11: Variations spatio-temporelles de la silice

3.1.2 Etude qualitative du peuplement phytoplanctonique

Les observations au microscope ont permis de distinguer dans notre milieu d'étude 31 taxons repartis en 3 embranchements, 4 classes, 8 ordres, 16 familles et 23 genres (**Tableau II**).

L'embranchement le plus diversifié est celui des Chlorophyta avec 15 taxons, soit 48,39 % de l'effectif total, ensuite viennent les embranchements des Bacillariophyta avec 10 taxons, soit 32,26% et celui des Cyanoproctaryota avec 6 taxons, soit 19,35% de l'effectif total. La **Figure 12** représente les proportions des différents embranchements sur la base du nombre de taxons inventoriés dans nos différents milieux d'études.

Au niveau des différents embranchements nous avons recensé 2 classes pour les Chlorophyta, à savoir, les Chlorophyceae et les Zygnematophyceae, une classe observée chez les Bacillariophyta, à savoir, les Bacillariophyceae et une classe observée chez les Cyanoproctaryota, il s'agit de la classe des Cyanophyceae. En somme, la classe la plus riche parmi les différentes classes est celle des Bacillariophyceae et celle des Zygnematophyceae avec 10 taxons chacune soit 32,25 % des espèces totales, suivi de la classe des Cyanophyceae avec 6 taxons, soit 19,35 % et la dernière classe des Chlorophyceae avec 5 taxons, soit 16,12 % des espèces totale.

Au niveau des ordres, l'ordre le plus diversifié est celui des Pennales avec 10 taxons, soit 32,25 %ensuite l'ordre des Desmidiales avec 9 taxons, soit 29,03 %, celui des Chlorococcales avec 4 taxons, soit 12,90 %, l'ordre des Oscillariales avec 3 taxons et celui des Chroococcales avec 2 taxons soit 9,67 % ; 6,45 % et celui des Sphaeropleales, des Nostocales, des Volvocales avec chacun 1 taxon soit 3,22 % pour chacun des ordres.

Au niveau des différents embranchements, on dénombre 7 familles pour les Bacillariophyta, 6 familles pour les Chlorophyta et 3 familles pour l'embranchement des Cyanoproctaryota.

En ce qui concerne les genres, c'est le genre *Closterium* qui a le plus grand effectif avec 3 taxons, ensuite les genre *Coelastrum*, *Fragilaria*, *Oscillatoria*, *Pinnularia*, *Staurastrum*, *Stauroneis* avec 2 taxons chacun ,les autres genres sont représentés seulement par un seul taxon: *Anabaena*, *Aphanothece*, *Cosmarium*, *Chroococcus*, *Desmodesmus*, *Eunotia*, *Euastrum*, *Gyrosigma*, *Kirchneriella*, *Navicula*, *Pandorina*, *Scenedesmus*, *Spirulina*, *Spyrogyra*, *Tetraedron*, *Ulnaria*.

Au niveau de la répartition spatiale des taxons (**Figure 13**), le plus grand nombre 18 de taxons, (soit 40 %) a été dénombré à la rivière N'Gotopkre, La rivière Mouyassue a enregistré 16 taxons, soit 35,36 %, la rivière Anvo a enregistré 7 taxons, soit 15,36 % et enfin la rivière Toudoum enregistre 4 taxons soit 8,88 %.

Tableau II: Liste des Taxons algaux répertoriés dans les différentes stations d'échantillonnage. Fréq : Fréquence d'occurrence, (*) : taxon accidentel ; (**) : taxon accessoire ;(***) : taxon constant

Taxons	Acro	St1	St2	St3	St4	FO	% d'occurrence
Bacillariophyta							
Bacillariophyceae							
Pennales							
Eunotiaceae							
<i>Eunotia</i>							
<i>Eunotia</i> sp	Eusp	X				*	16.66 %
Fragilariaceae							
<i>Fragilaria</i>							
<i>Fragilaria</i> sp	Frsp				X	**	41.66 %
<i>Fragilaria virescens</i>	Frvi			X		*	16.66 %
Naviculaceae							
<i>Navicula</i>							
<i>Navicula</i> sp	Nasp	X	X			*	16,66%
Pinnulariaceae							
<i>Pinnularia</i>							
<i>Pinnularia maior</i>	Pima	X				*	8,33%
<i>Pinnularia</i> sp	Pisp	X	X	X	X	**	33,33%
Pleurosigmataceae							
<i>Gyrosigma</i>							
<i>Gyrosigma balticum</i>	Gyba	X				*	16.66 %
Stauroneidaceae							
<i>Stauroneis</i>							
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	Stph	X				*	8,33%
<i>Stauroneis</i> sp	Stsp	X				*	8.33 %
Ulnariaceae							
<i>Ulnaria</i>							
<i>Ulnaria ulna</i>	Ulul	X	X	X		*	8,33%
Cyanoprocaryota							
Cyanophyceae							
Chroococcales							
Chroococcaceae							

<i>Aphanothece</i>						*	
<i>Aphanothece</i> sp	Apsp			X		*	16.66 %
<i>Chroococcus</i>						*	
<i>Chroococcus dispersus</i>	Chdi		X			*	16.66 %
Nostocales							
Nostocaceae							
<i>Anabaena</i>						*	
<i>Anabaena</i> sp	Ansp		X			*	8.33 %
Oscillatoriales							
Oscillatoriaceae							
<i>Oscillatoria</i>						*	
<i>Oscillatoria ornata</i>	Osor		X	X		*	8.33 %
<i>Oscillatoria</i> sp	Ossp			X		*	8.33 %
<i>Spirulina</i>						*	
<i>Spirulina major</i>	Spma	X	X			*	8.33 %
Chlorophyta							
Chlorophyceae							
Chlorococcales							
Scenedesmaceae							
<i>Coelastrum</i>						*	
<i>Coelastrum indicum</i>	Coin	X	X			*	8.33 %
<i>Coelastrum</i> sp	Cosp	X	X			*	16.66 %
<i>Desmodesmus</i>						*	
<i>Desmodesmus regularis</i>	Dere		X			*	16.66 %
<i>Scenedesmus</i>						*	
<i>Scenedesmus quadicauda</i>	Scqu	X	X	X		*	16.66 %
Sphaeropleales							
Selenastraceae							
<i>Kirchneriella</i>							
<i>Kirchneriella obese</i>	Kiob		X			**	25%
Zygnematophyceae							
Desmidiales							

Closteriaceae							
<i>Closterium</i>	Clab	X			**	25%	
<i>Closterium abruptum</i>	Cleh	X			*	8.33 %	
<i>Closterium ehrenbergii</i>	Clsp	X			*	8.33 %	
<i>Closterium</i> sp							
Desmidiaceae							
<i>Cosmarium</i>	Coco		X		*	8.33 %	
<i>Cosmarium contractum</i>							
<i>Euastrum</i>	Eusp	X			*	8.33 %	
<i>Eusastrum</i> sp							
<i>Staurastrum</i>	Stci	X			*	8.33 %	
<i>Staurastrum cingulun</i>	Stsp	X	X		*	8.33 %	
<i>Staurastrum</i> sp				X			
<i>Tetraedron</i>	Temu		X		*	8.33 %	
<i>Tetraedron muticum</i>							
Zygnemataceae							
<i>Spirogyra</i>	Spssp				*	8.33 %	
<i>Spirogyra</i> sp				X			
Volvocales							
Volvocaceae							
<i>Pandorina</i>	Pamo		X		*	8.33 %	
<i>Pandorina morum</i>							

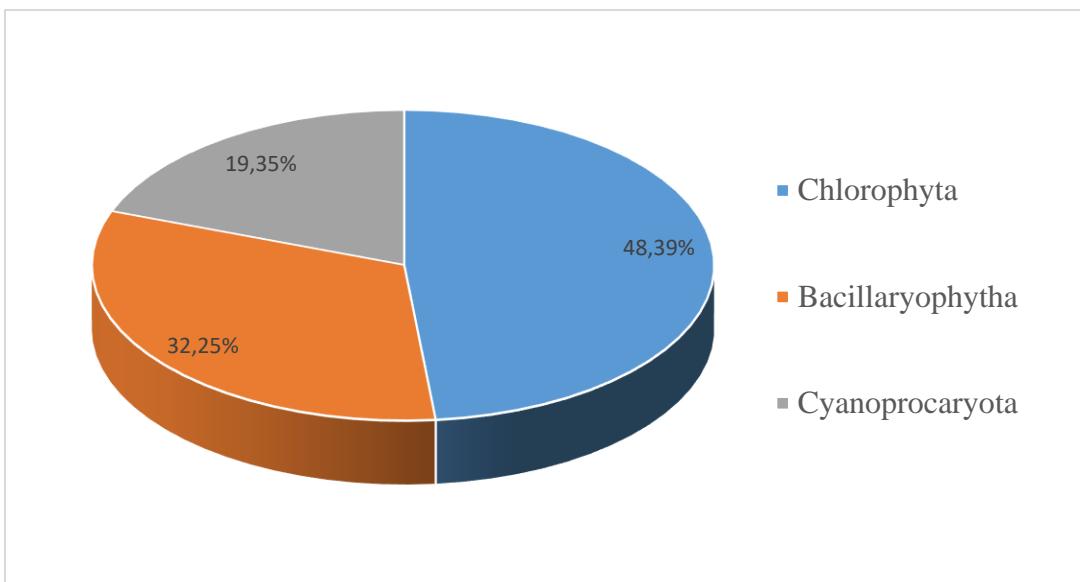


Figure 12: Proportion des différents embranchements observés au niveau des rivières

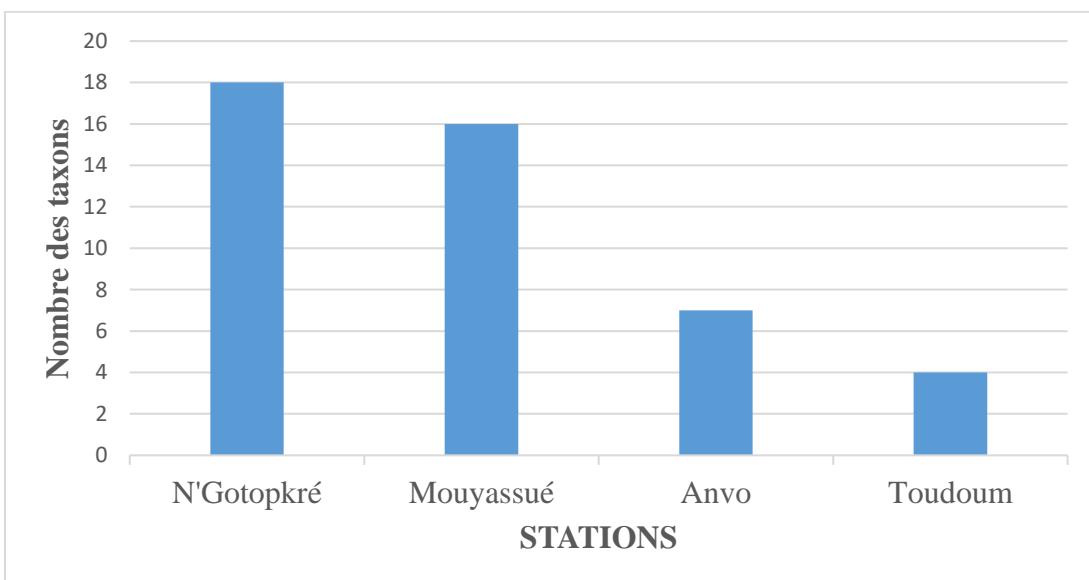


Figure 13: Nombre des taxons en fonction des stations d'échantillonnage

3.1.2.1 Fréquence d'occurrence des taxons en fonction des embranchements

La fréquence d'occurrence en fonction des embranchements a montré une forte proportion de taxons accidentels et aucun taxon constant. Sur 27 taxons accidentels recensés, 8 pour l'embranchement des Bacillariophyta, 6 pour l'embranchement des Cyanoproctaryota et 13 pour l'embranchement des Chlorophyta. Sur 4 taxons accessoires, 2 appartiennent à l'embranchement des Bacillariophyta et 2 appartiennent à l'embranchement des Chlorophyta. Concernant l'embranchement des Cyanoproctaryota, il n'existe pas de taxons accessoires (**Tableau III**).

3.1.2.2 Similarité entre les peuplements des différentes stations

Les valeurs de l'indice de similarité de Jaccard (C_j) varient entre 0,1 et 0,31. La valeur la plus élevée ($cj=0,31$) a été enregistré entre les rivières N'Gotopkre et Mouyassue avec 8 taxons en commun, et la plus faible ($cj=0,1$) enregistré entre les rivières N'Gotopkre et Toudoum avec 2 taxons en commun et entre les rivières Anvo et Toudoum avec 1 taxon en commun (**Tableau IV**).

Tableau III: Répartition des embranchements observés dans les différentes stations en fonction de leur occurrence

Stations				
Embranchements	Constants(***)	accessoires(**)	accidentels(*)	Total
Bacillariophyta	0	2	8	10
Chlorophyta	0	2	13	15
Cyanoproctaryota	0	0	6	6
Total	0	4	27	31

Tableau IV: Indice de similarité de Jaccard (NG : N'Gotopkré (St1) ; MY : Mouyassué (St2) ; AN : Anvo (St3) et TD : Toudoum (St4))

	NG	MY	AN	TD
NG	1			
MY	0,31	1		
AN	0,14	0,21	1	
TD	0,1	0,11	0,1	1

3.1.3 Etude quantitative du peuplement phytoplanctonique

3.1.3.1 Densité phytoplanctonique

L'analyse des densités phytoplanctoniques des rivières N'Gotopkré, Mouyassué, Anvo et Toudoum indique une forte prédominance des Chlorophyta avec 13180.10^3 Cellules/L, viennent ensuite les Cyanoproctaryota avec 5142.10^3 Cellule /L et les Bacillariophyta avec 1400.10^3 Cellule/L.

Au niveau temporel, l'abondance est plus élevée au mois d'Août précisément à la petite saison sèche avec une valeur de 11560.10^3 Cellules/L, suivi des mois de Février à la grande saison sèche avec 6760.10^3 Cellules/L et du mois de Juillet, précisément à la grande saison des pluies avec 1400.10^3 Cellules/L.

Au niveau spatial, l'abondance est plus élevée à la rivière Mouyassue avec 13080.10^3 Cellules/L, ensuite la rivière Anvo avec 3120.10^3 Cellules/L, suivie de la rivière N'Gotopkre avec 2780.10^3 Cellules/L et enfin la rivière Toudoum avec 740.10^3 Cellules/L.

Au niveau de la station N'Gotopkré (St1), les densités absolues varient entre 60.10^3 Cellules/L à la grande saison des pluies et 1782.10^2 Cellules/L en grande saison sèche (**Figure 14a**). Les embranchements des Bacillariophyta et des Chlorophyta sont le plus prédominants (**Figure 14b**), les espèces *ulnaria ulna* et *Coelastrum sp* sont respectivement à l'origine de l'effectif élevé chez les Bacillariophyta et des Chlorophyta.

Les densités absolues observées à la station Mouyassué (St2) oscillent entre 240.10^3 Cellules/L pendant la grande saison des pluies et 10500.10^3 Cellules/L pendant la petite saison sèche (**Figure 15a**). La grande saison sèche montre une prédominance des Cyanoproctaryota, on observe une prédominance des Chlorophyta sur les Bacillariophyta à toutes les saisons (**Figure 15b**). *Kirchneriella obesa* est responsable de la prédominance des Chlorophyta et *Oscillatoria sp* responsable de la prédominance des Cyanoproctaryota pendant la grande saison sèche.

Concernant la station Anvo (St3), les densités évoluent entre 60.10^3 Cellules/L durant la petite saison sèche et 2120.10^3 Cellules/L durant la grande saison sèche (**Figure 16a**). On observe une prédominance des Bacillariophyta pendant la grande saison des pluies avec l'espèce *Scenedesmus quadicauda*, suivi d'une prédominance des Bacillariophyta pendant la petite saison sèche avec l'espèce *Fragilaria virescens* et enfin une prédominance des Cyanoproctaryota à la grande saison sèche avec l'espèce *Aphanothecce sp* (**Figure 16b**).

A la station Toudoum (St4), les densités varient entre 80.10^3 Cellules/L à la petite saison sèche et 500.10^3 Cellules/L à la grande saison sèche (**Figure 17a**). Hormis la grande saison des pluies, on observe une prédominance des Chlorophyta sur toutes les saisons avec l'espèce

Spirogyrasp. On observe uniquement une prédominance des Bacillariophyta pendant la grande saison des pluies avec l'espèce *Fragilaria* sp. (**Figure 17b**).

3.1.3.2 Indice de diversité de shannon-Weaver

Les indices de diversité de Shannon (H') oscille entre 0,1 et 1,36 bits/cells(**Figure 18**).

Cependant nous enregistrons la plus grande valeur de 1,36 bits/cells et la valeur minimale de 0,1 à la rivière N'Gotopkre respectivement pendant la petite saison sèche et pendant la grande saison des pluies. Nous observons ensuite une variation de 0,8 bits/cells à 1,36 bits/cells de la rivière N'Gotopkre à la rivière Anvo pendant la grande saison sèche et de 0,1 bits/cells à 0,7 bits/cells de la rivière N'Gotopkre à la rivière Anvo pendant la grande saison des pluies.

3.1.3.3 Indice d'équitabilité

Les indices d'équitabilité (E) oscille entre 0,01 et 0,06 bits/cells (**Figure 19**). La plus grande valeur 0,06 est observée à la rivière N'Gotopkre durant la petite saison sèche. Nous observons une variation de 0,04 à 0,06 à la rivière N'Gotopkre de la grande saison sèche à la petite saison sèche, ensuite une variation de 0,03 à 0,05 à la rivière Mouyassue de la grande saison sèche à la petite saison sèche.

3.1.3.4 Corrélation des paramètres physico-chimiques sur les espèces phytoplanctoniques

L'étude de la corrélation entre les paramètres physico-chimiques des eaux des rivières et l'abondance des taxons phytoplanctoniques, (dix taxons) dont les densités sont supérieures ou égales à 2 p.c. a été effectuée(**Figure 20**).

Le **Tableau IV** présente les taxons et leurs acronymes.

L'axe I et l'axe II cumulent ensemble 36,6 % qui est inférieure à 50 %, qui traduis une analyse pas trop fiable.

Cette analyse montre que l'axe I est corrélé négativement à la silice et aux orthophosphates tandis qu'il est corrélé positivement à la salinité. Quant à l'axe II, il est corrélé positivement à la conductivité et à l'oxygène dissous alors qu'il est corrélé négativement au pH, à la température et le nitrate.

L'ordination suivant les axes I et II détermine deux groupes de communautés phytoplanctoniques associées aux paramètres physico-chimiques.

Le groupe 1 est composé de l'espèce *Spirogyra* sp (spsp) présente à la station Toudoum, à toutes les saisons, influencée par la conductivité, et des espèces *Desmodesmus regularis*,

Kirchneriella obesa, *Ccoelastrum* sp et *Chroococcus dispersus* sont influencés par aucun des facteurs environnementaux.

Le groupe 2 est composé de l'espèce *Oscillatoria* sp(oss) présente uniquement à la station Mouyassue pendant la grande saison sèche, influencée par les orthophosphates, de l'espèce *coelastrum indicum* influencé par la silice, et des espèces *Aphanothecce* sp, *Scenedesmus quadricauda* et *Ulnaria ulna* sous l'influencent d'aucuns facteurs environnementaux.

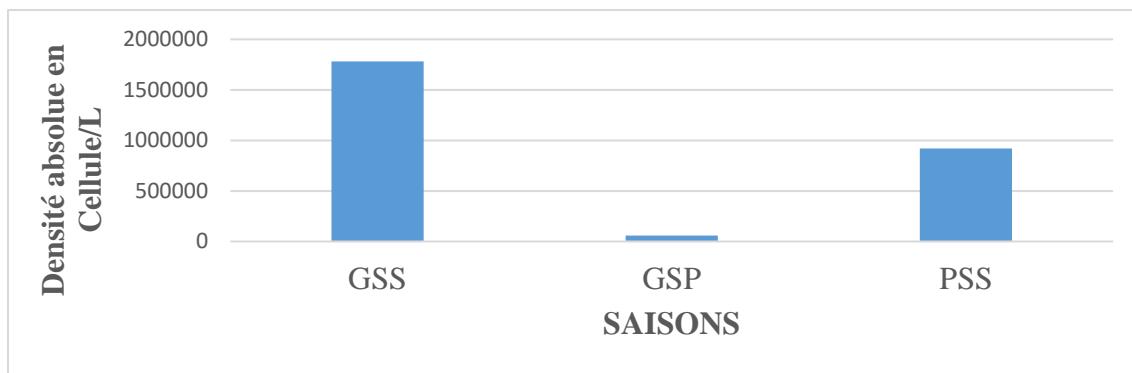


Figure 14a: Variation des densités absolues du phytoplancton récolté dans la station N'Gotopkre

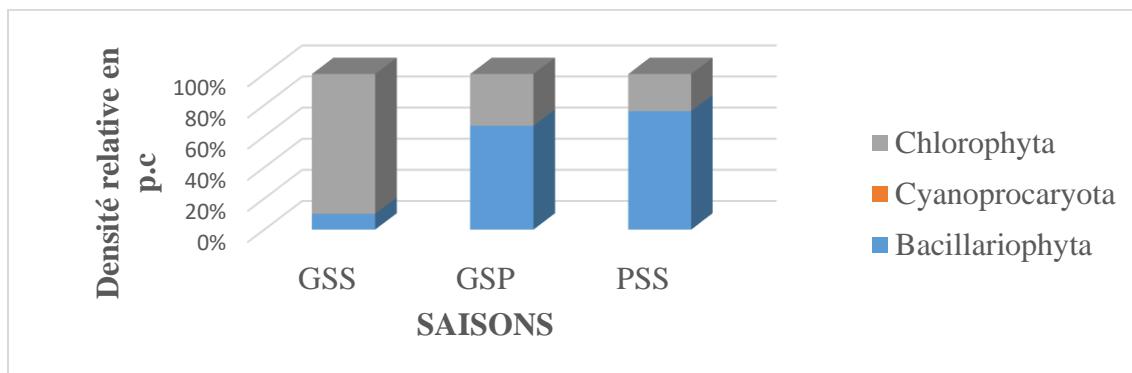


Figure 14b: Variation des densités relatives du phytoplancton récolté dans la station N'Gotopkre

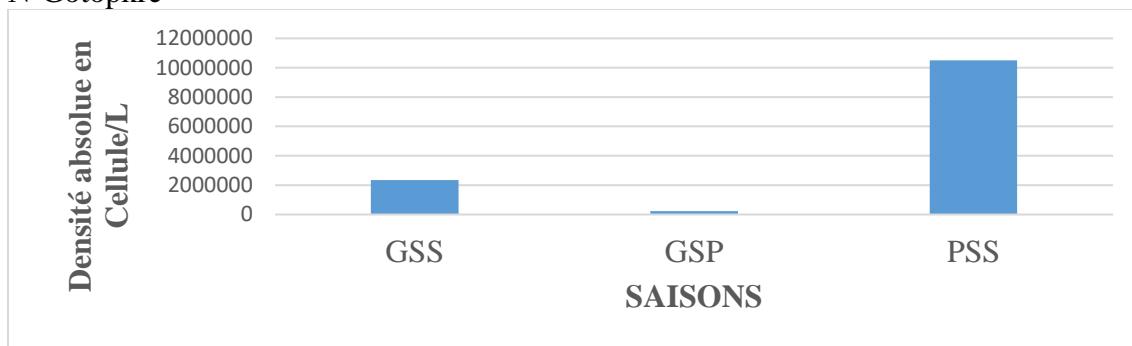


Figure 15a: Variation des densités absolues du phytoplancton récolté dans la station Mouyassue

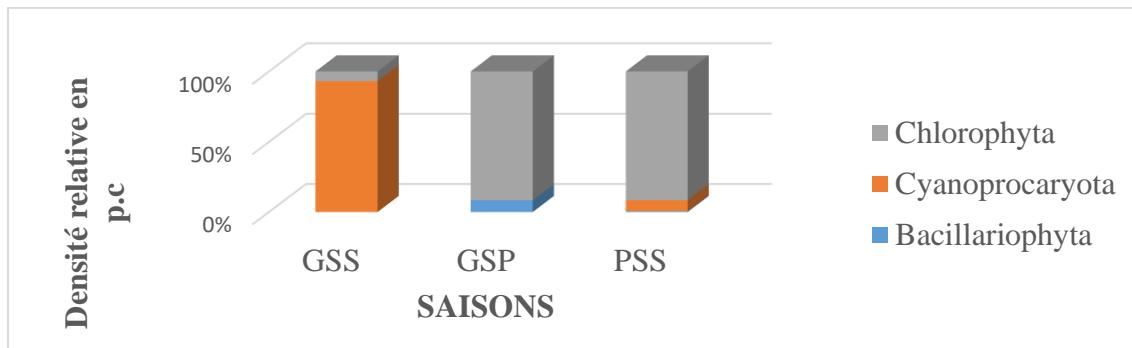


Figure 15b: Variation des densités relatives du phytoplancton récolté dans la station Mouyassue

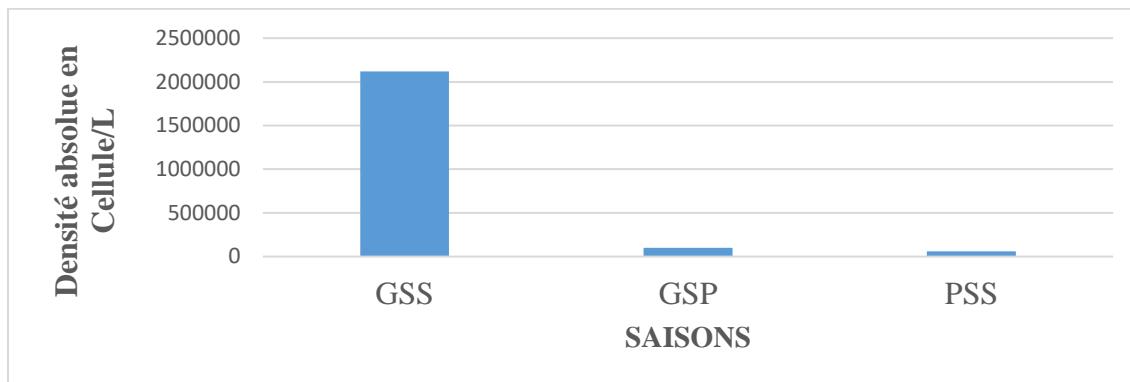


Figure 16a: Variation des densités absolues du phytoplancton récolté dans la station Anvo

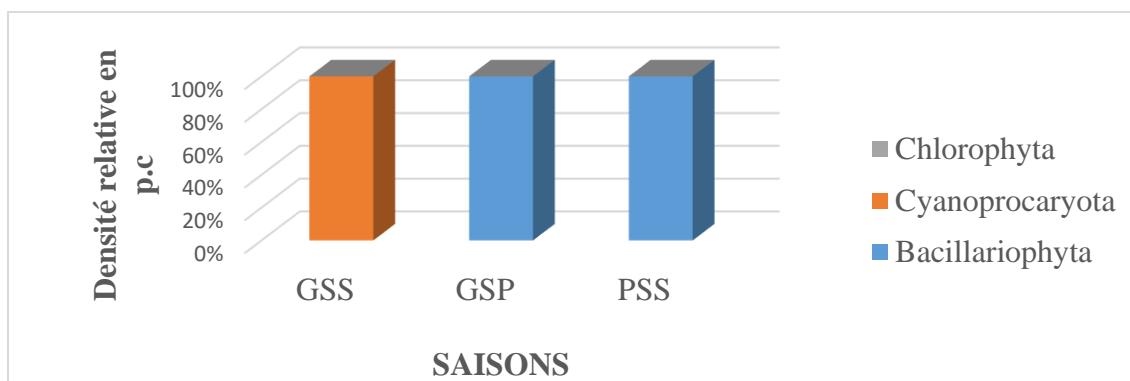


Figure 16b: Variation des densités relatives du phytoplancton récolté dans la station Anvo

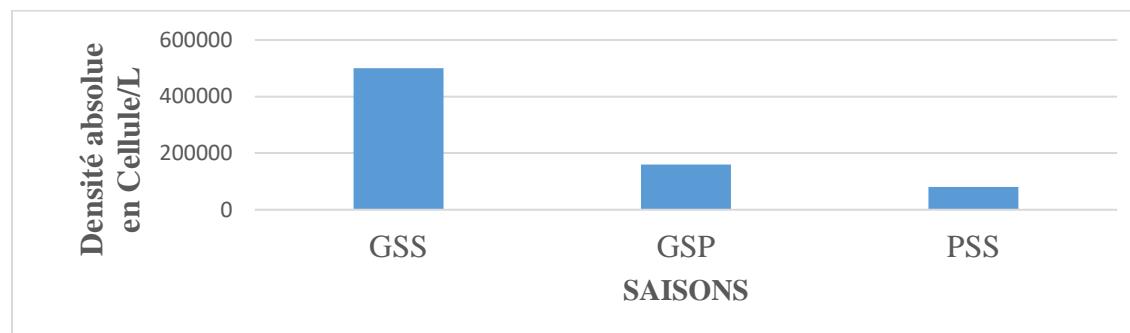


Figure 17a: Variation des densités absolues du phytoplancton récolté dans la station Toudoum

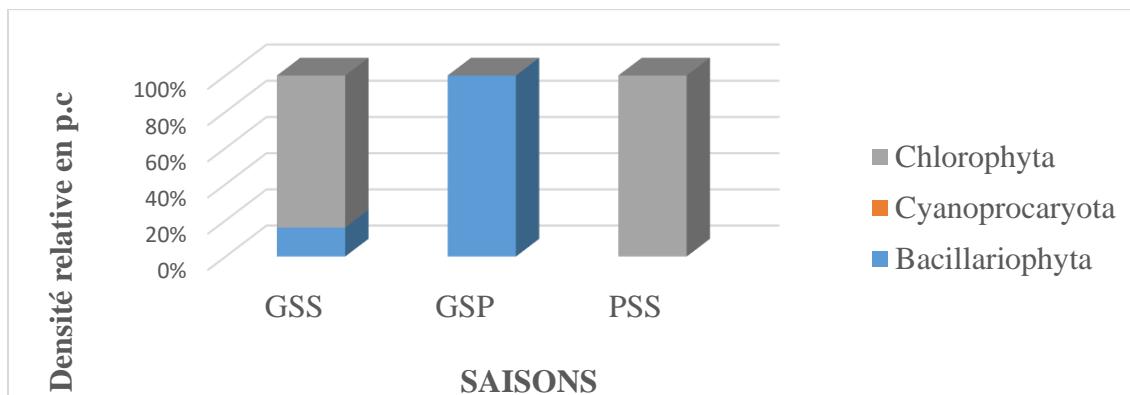


Figure 17b: Variation des densités relatives du phytoplancton récolté dans la station Toudoum

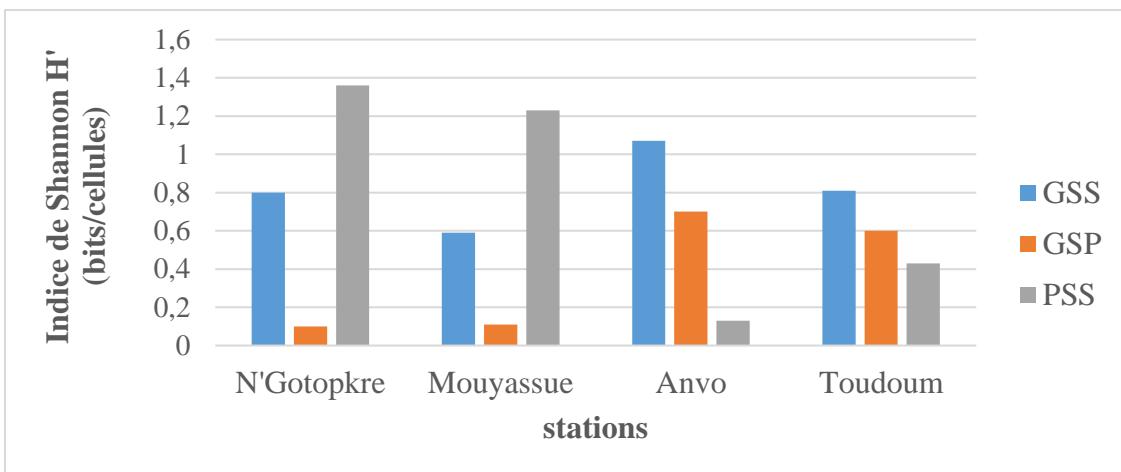


Figure 18: Variation des indices de diversité de Shannon au niveau des rivières

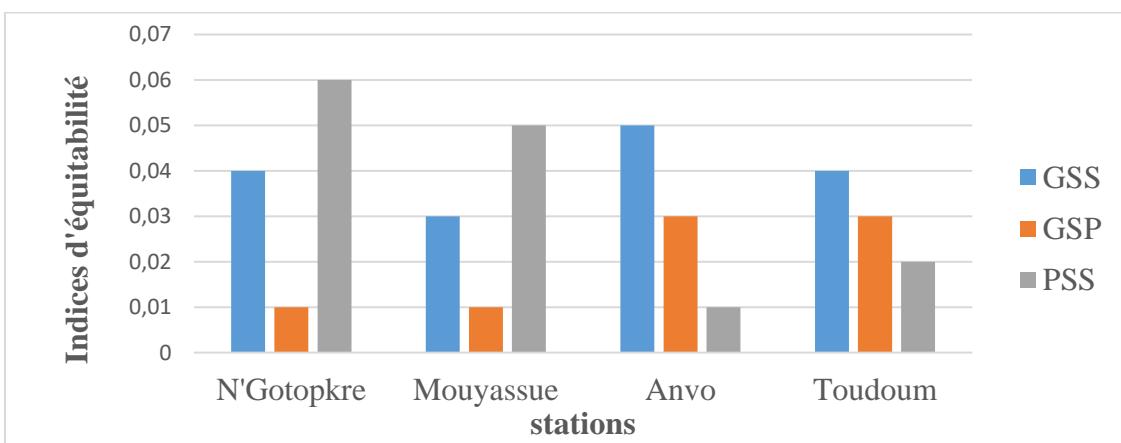


Figure 19: Variation des indices d'équabilité au niveau des rivières

Tableau V: Taxons utilisés et leurs acronymes

Taxons	acronymes
<i>Ulnaria ulna</i>	<i>ulul</i>
<i>oscillatoriasp</i>	<i>ossp</i>
<i>Chroococcusdispersus</i>	<i>chdi</i>
<i>Aphanothecesp</i>	<i>apsp</i>
<i>Coelastrumindicum</i>	<i>coin</i>
<i>Coelastrumsp</i>	<i>cosp</i>
<i>Spirogyra sp</i>	<i>spsp</i>
<i>Scenedesmusquadicauda</i>	<i>scqu</i>
<i>Kirchneriellaobesa</i>	<i>kiob</i>
<i>Desmodesmusregularis</i>	<i>dere</i>

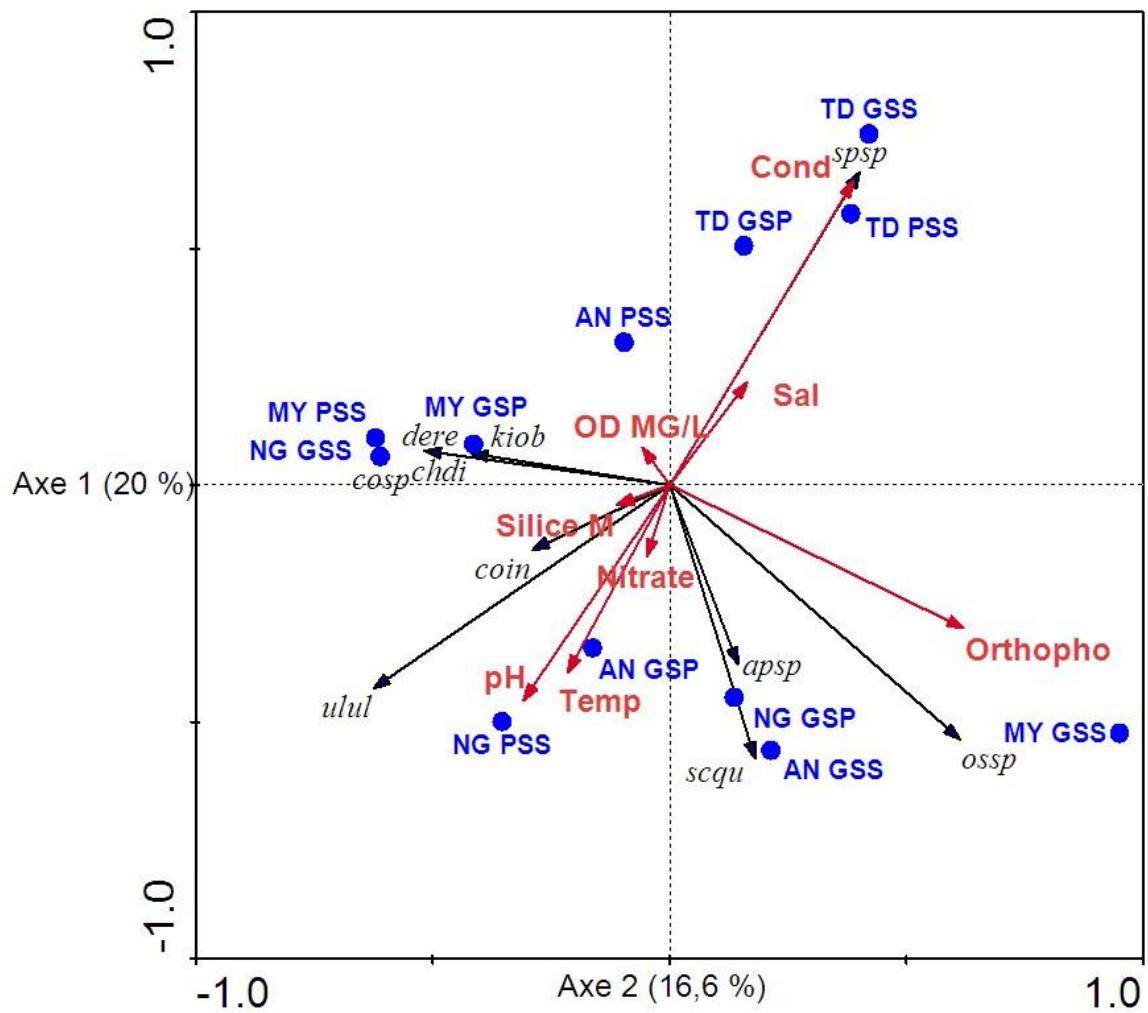


Figure 20: Corrélation entre les paramètres physico-chimiques, taxons phytoplanctoniques et les différentes stations

3.2 DISCUSSION

3.2.1 Paramètres physiques et chimiques

L'étude des variations spatiales et saisonnières des paramètres physiques et chimiques des eaux des rivières montre que la température varie (24,4°C à 28,7°C) d'une saison à l'autre. Ces valeurs montrent que ces eaux sont relativement chaudes. Cela traduit que ces eaux reçoivent la même gamme de rayonnements solaires qui contribuent à l'éclairement et au réchauffement des eaux de ces rivières. Cela a été signalée par **Niamien-Ébrottié (2010)** au niveau de quatre rivières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Les valeurs élevées durant la saison sèche pourraient s'expliquer par le fort degré d'ensoleillement observé pendant cette saison. Les valeurs de pH observées dans ces milieux sont acides. Il est compris entre 5,47 et 6,69. Cette acidité pourrait s'expliquer par la décomposition des algues présentes dans le milieu en produisant le dioxyde de carbone. De plus, cette acidité pourrait s'expliquer par un sol ferrallitique où le pH est acide (**Perraud, 1971 ; Iltis et Lévêque, 1982**). Les valeurs sont similaires à celles obtenues par **Rai (1974)** dans les eaux des rivières Fon et Lonreni.

Les rivières sont des eaux douces d'où ces faibles valeurs de salinité observées à toutes les stations et saisons. Cela s'explique par l'absence de contact entre ces rivières et les milieux marins. Les valeurs de la conductivité mesurées sont élevées et traduisent une minéralisation des eaux. En effet, une augmentation des paramètres liés à la minéralisation (nitrates et orthophosphates) est notée surtout lors de la saison des pluies. Ses valeurs mesurées pour ce paramètre sont inférieures (21,3 et 74 μ S/cm) à celles obtenues par **Yao (2010)**. En effet, les valeurs mesurées par cet auteur sur les eaux du Banco sont comprises entre 19 et 81 μ S/cm.

Dans l'ensemble les valeurs du taux d'oxygène observée au niveau des rivières pendant la grande saison des pluies et la petite saison sèche sont faibles, cela pourrait s'expliquer selon **Hamaidi *et al.* (2009)**, soit par une faible consommation de l'oxygène par les micro-organismes, soit par une activité photosynthétique des végétaux aquatiques. En ce qui concerne les faibles valeurs observées, cela s'explique par une baisse du taux d'oxygène dissous due à une forte consommation par les microorganismes.

Au niveau des sels nutritifs, les fortes valeurs en silices ont été observées pendant la grande saison des pluies, contrairement aux nitrates et orthophosphates, dont les fortes valeurs ont été observées à la grande saison sèche. En effet, durant cette saison, la décomposition de la matière organique enrichit le milieu en nutriments. De plus, il faut noter la présence de ces vastes plantations industrielles et vivrières aux abords de ces cours d'eau. Selon **Biggs**

(2000), les activités agricoles entraînent généralement une augmentation de nutriments dans l'eau due à l'utilisation d'engrais chimiques. Les concentrations en silices obtenues sont supérieures à celles obtenues par **Ouattara (2000)**. Pour ce qui est de l'orthophosphates, les faibles valeurs pourraient être le fait d'une assimilation rapide par les bactéries et le phytoplancton (**Van-Den-Broeck et Moutin, 2002**).

3.2.2 Peuplement phytoplanctonique

3.2.2.1 Aspect qualitatif

L'analyse qualitative des peuplements phytoplanctoniques montre que l'effectif taxonomique des rivières est très faible. En effet, ce sont 31 taxons qui ont été inventoriés, la faible richesse taxinomique pourrait s'expliquer par le temps d'échantillonnage (trois saisons), aussi au volume d'eau dans les milieux aquatiques et le nombre de stations d'échantillonnage par cours d'eau. Ces résultats sont loin de ceux obtenus par **Ouattara (2000)** sur les rivières Bia et Agneby, **Salla Moreto (2015)** sur les rivières tropicales côtières Boubo et Méet aussi de celles obtenues par **Niamien-Ébrotié (2010)**, sur les quatre rivières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire, qui ont trouvé respectivement 280 taxons sur la Bia et 148 taxons sur Agnébi, 203 pour Boubo et 106 pour Mé et 261 taxons dans les 4 rivières du sud-est.

La composition floristique montre une prédominance des Chlorophyta (48,39 p.c), suivis par les Bacillariophyta (32,26 p.c) et les Cyanoproctaryota (19,35 p.c). Cette dominance des Chlorophyta sur les Bacillariophyta serait due à la nature d'eau douce des milieux échantillonné. En effet, selon **Krammer et Lange-Bertalot (1991)**, ces deux groupes taxinomiques prédominent dans les milieux dulçaquicoles

La fréquence d'occurrence des taxons dans les différents prélèvements a montré que ceux-ci sont généralement accidentels. Ce nombre élevé de taxons accidentels pourrait s'expliquer par le fait que la plupart des taxons récoltés dans les stations seraient détachés accidentellement de leurs supports par le courant de l'eau à un moment donné de leur vie, due par le fait que la plupart des taxons récoltés sont issus des eaux de ruissellements, De plus la présence des taxons accidentels pourrait s'expliquer par le fait que le développement et la répartition des espèces phytoplanctoniques sont régis par des facteurs chimiques, physiques et biologiques (**Reynolds, 1984**). Une espèce qui se retrouve donc dans un milieu qui n'est pas propice à son développement, sa multiplication serait quasi impossible. Concernant les taxons accessoires, ils pourraient se justifier par la forte pression des activités de l'homme modifiant les

paramètres du milieu qui ne leur permettent pas d'y rester constamment.

Dans l'ensemble, les indices de similarité sont faibles. Cette absence de similarité serait due à la nature, aux caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques des milieux étudiés.

3.2.2.2 Aspect quantitatif

L'analyse quantitative des peuplements phytoplanctoniques des rivières indique une importante abondance pendant le mois d'Août (petite saison sèche). Les fortes densités pendant cette saison sont dues aux sels nutritifs. Ces sels nutritifs ont été drainés par les eaux de ruissellement chargées de produits de lessivage des bassins versants et venant des zones agricoles et industrielles riches en matières organiques qui, par leur décomposition, enrichissent le milieu en éléments minéraux. Sur les trois embranchements identifiés, les Chlorophyta sont abondants pendant la grande saison des pluies et pendant la petite saison sèche. Les fortes densités observées pendant la grande saison pluvieuse résultent du fait que le milieu est riche en nutriments car leur disponibilité constitue l'un des principaux facteurs qui contrôlent la croissance et la biomasse phytoplanctonique (**Caron et al., 2000**)

Les Cyanoproctaryota sont présents dans toutes les saisons, sauf pendant la grande saison des pluies avec une forte quantité observée pendant la grande saison sèche. Les Cyanoproctaryota possèdent des structures spécialisées qui leur permettent de coloniser efficacement et rapidement les milieux (**Hoagland et al., 1986**).,

La station Mouyassué, moins riche en taxons a la densité la plus importante en nombre de cellules. Cette densité est attribuée aux Chlorophyta composées essentiellement par le genre *Kirchneriella*. Les taxons de ce groupe prolifèrent en milieux riches en matières organiques. Les densités observées sont élevées au cours de la petite saison sèche, parce qu'au cours de cette saison les rivières sont enrichies en sels nutritifs et en matières organiques apportés par les eaux de ruissellement venant des plantations agricoles et des ménages.

L'étude des variations spatiales et saisonnières de l'indice de diversité de Shannon a montré que les eaux des rivières présentent une faible diversité en espèces, variétés et formes, avec des valeurs inférieures ou égales à 1,36 à toutes les saisons. En effet, selon **Frontier (1983)**, le milieu est exceptionnellement diversifié lorsque les valeurs tendent vers 4,5.

Les indices d'équitabilité indiquent que le peuplement phytoplanctonique est moins diversifié et irrégulièrement distribué dans la plupart des sites prospectés. Une telle observation montre que les rivières hébergent une flore algale aux exigences écologiques moins variées. Les valeurs obtenues dans la présente étude sont loin de celles obtenues par **Niamien-Ébrottié**

(2010) qui a obtenu des valeurs variant de H' : 2,44 et E : 0,88 a H' : 3,34 ; E : 0,83.

3.2.2.3 Influence des paramètres physico-chimiques sur le peuplement algal

La distribution des espèces végétales microscopiques dans la nature se fait toujours en fonction des facteurs biologiques et écologiques. L'étude de **Schulze et Caldwell (1995)** a montré que chaque espèce phytoplanctonique possède ses propres conditions optimales de croissance et sa densité est principalement due à son adaptation face aux paramètres physicochimique du milieu. La croissance de ces taxons est sous l'influence des orthophosphates. Ainsi selon, **Mercado (2003)** et **Atanle et al. (2013)**, la grande abondance des micro-algues traduirait d'une intense minéralisation dans les milieux. En effet, les sels nutritifs sous forme ionisée, constituent des nutriments, c'est-à-dire des formes assimilables par les micro-algues, et qui favoriseraient leur croissance (**Anras et Guesdon, 2007**).

Dans notre étude, l'analyse de redondance montre que les paramètres physicochimiques occupent une place dans la distribution des espèces dans les différentes stations des rivières. Nos résultats ont également montré que les taxons étudiés sont influencés par la salinité, l'oxygène dissous, le nitrate, la teneur en silice, la température, le pH, la conductivité et les Orthophosphates.

CONCLUSION, PERSPECTIVESET RECOMMANDATIONS

L'étude des peuplements phytoplanctoniques des rivières N'Gotopkre, Mouyassue, Anvo et Toudoum nous a permis de connaitre les différents taxons présents dans ce milieu. Les micro-algues inventoriées au cours de cette étude sont au nombre de 31 taxons. Elles se répartissent en 3 embranchements, 4 classes, 8 ordres, 16 familles et 23 genres. L'embranchement le plus diversifié est celui des Chlorophyta avec 15 taxons soit 48,39 % de l'effectif total, ensuite viennent les embranchements des Bacillariophyta avec 10 taxons soit 32,26% et celui des Cyanoprokaryota avec 6 taxons soit 19,35%.

L'étude physico-chimique des eaux a montré qu'elles sont chaudes, généralement acides et normalement oxygénées.

La distribution des densités spatiale et temporelle du peuplement phytoplanctonique indique que les abondances les plus élevées ont été enregistrées pendant la petite saison sèche, à la station Mouyassue marquée par une floraison de Chlorophyta et de Cyanoprokaryota. Par contre, les Bacillariophyta sont caractérisés par une faible densité en toute saison.

La distribution des taxons phytoplanctoniques dans les eaux de ces rivières est influencée par, la conductivité, l'oxygène dissous les sels nutritifs tels que les orthophosphates, la silice et le nitrate ainsi qu'au pH, la salinité et la température.

Les activités anthropiques se déroulant le long des plans d'eaux ont une certaine influence sur la répartition et la distribution des taxons présents dans les milieux.

De ce travail, quelques perspectives peuvent se dégager :

- Etudier l'eutrophisation des milieux d'études.
- Faire une étude systématique plus approfondie sur les diatomées pour une meilleure connaissance de leur statut taxinomique afin de contrôler la qualité de l'eau.
- Faire une étude plus élargie, de façon continue, en tenant compte des variations spatio-temporelle.

En recommandation

- Surveiller les activités se déroulant le long des berges des plans d'eaux.
- Mettre à la disposition des moyens nécessaires aux structures responsables de la bonne gestion des milieux aquatique afin de veiller à sa sauvegarde et sa restauration.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Abé J., Kouassi A.M., Guei J., N'guessan N., Kouadio A., N'goran Y.N. &Kaba N. 2002.

Global environment facility. Development and protection of the coastal and marine environment in Sub-Saharan Africa. Côte d'Ivoire coastal zone ; Integrated environmental problem analysis. UNEP, UNESCO, IOC, ACOPS, 85p

Adou A.R.E. 1999. Contribution à la connaissance des Algues de la lagune Tendo à N'Guiémé (Côte d'Ivoire). Mémoire de D.E.A de Botanique, UFR Biosciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'ivoire, 96 p.

Anader. 2003. Monographie du département d'Adiaké. Anader, zone Adiaké, 53 p.

Anonyme 1. 2001. Recensement National de l'Agriculture (RNA). Ministère d'État, Ministère de l'Agriculture. Direction des statistiques, de la documentation et de l'informatique, Région du Sud Comoé, 29 p.

Angelier E. 2000. Écologie des eaux courantes. Éditions Technique et Documentation, Paris, 199 p.

Angermeier P.L. & Karr J.R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*, **9**: 117-135.

Anras L. & Guesdon S. 2007. Hydrologie des marais littoraux, Mesures physico-chimiques de terrain. Edition Forum des Marais Atlantiques, Collection "Marais Mode d'emploi", 76 p.

Atanlé K., Bawa M. L., Kokou K. &Djanéyé-Boundjou G. 2013. Distribution saisonnière du phytoplancton en fonction des caractéristiques physico-chimiques du lac de Zowla (Lac Boko) dans le Sud-Est du Togo : cas de la petite saison sèche et de la grande saison sèche. *Journal of Applied Biosciences*, **64**: 4847-4857.

Azam F. & Malfatti F. 2007. Microbial Structuring of marine ecosystems. *Nature Reviews Microbiology*, **5**: 782-791.

Behrenfeld M.J., Randerson J.T., McClain C.R., Feldman G.C., Los S.O., Tucker C.J., Falkowski P.G., Field C.B., Frouin R., Esaias W.E., Kolber D.D. & Pollack N.H. 2001. Biospheric primary production during an ENSO transition. *Science*, **291**: 2594-2597.

Bensafia N. 2005. Les peuplements de cyanobactéries de deux plans d'eau douce (lac oubeïra, lac tonga) : inventaire et dynamique spatiotemporelle. Magister en Sciences de la Mer, Département des sciences de la mer, Université Badji-Mokhtar, Annaba, 110p

Biggs J.F. 2000. Eutrophication of Streams and Rivers: Dissolved Nutrient-Chlorophyll Relationships for Benthic Algae. *Journal of the North American Benthological Society*,

19 (1): 17-31.

Bourrelly P. 1961. Algues d'eau douce de la République de Côte d'Ivoire. Bulletin de l'Institut Francaise d'Afrique Noire, Série A. *Sciences Naturelles*, **23** (2) : 283-374.

Bourrelly P. 1981. Les Algues d'eau douce. Tome II : Les Algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Société Nouvelle Édition Boubée, Paris, 517 p

Campeau S.& Dubuc R. 2014. Suivi biologique des cours d'eau de la ville de saint Hyacinthe à l'aide de l'indice IDEC. Indice diatomées de l'Est du Canada (IDEC version 3), rapport déposé à l'organisme de bassin versant de la rivière Yasmaska (OBV Yasmaska) et à la ville de saint Hyacinthe ,15p.

Caron D., Lim El Sanders R.W., Dennett M.R. & Berninger U.G. 2000. Response of bacterioplankton and phytoplankton to organic carbon and inorganic nutrient additions in contrasting oceanic ecosystems. *Aquatic Microbial Ecology*, **22**: 175-184.

Chisholm S.W. 1995. The iron hypothesis: Basic research meets environmental policy. *Reviews of Geophysics*, **33**: 1277-1296.

Collinet J. 1984 Hydrodynamique superficielle et érosion comparée de quelques sols ferrallitiques sur défriches forestières traditionnelles (Côte d'Ivoire). *Challenges in African Hydrology and water Resources*, **144**: 499-515.

Compère P. 1977. Algues de la région du lac Tchad. VII. Chlorophycophytes : 3ème partie : Desmidiées. *Cahier de l'O.R.S.T.O.M, Série Hydrobiologie*, **11** (2) : 77-177.

Compère P. 1989. Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. 2- Pyrrhophytes, Raphidophytes, Euglenophytes. Bulletin du Jardin Botanique National Belgique, Meise, 208 p.

Couté A. & Bernard C. 2001. Les Cyanobactéries toxiques. In : *Toxines d'algues dans l'alimentation*, Frémy, J. M. & Lassus, P. (Eds), Ifremer, Brest, 21-37.

Couté A. & O. 1994. Algae. In : *Société de Biopédologie*, Encyclopaedia Biospeleologica I. Édition, Paris, France, 371-380.

Dajoz R. 1982. Précis d'Écologie. Éditions Bordas, Paris, 503 p.

Dajoz R. 2000. Précis d'Écologie. 7ème édition, Éditions Dunod, Paris, 615 p.

Da K. P., Mascarell G. & Couté A. 2009. Étude au microscope électronique à balayage du genre *Trachelomonas* (Euglenophyta) dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). *Cryptogamie, Algologie*, **30** (1) : 31-90.

- De Reviers B.** 2003. Biologie et phylogénie des algues. Belin, Paris. Collection Sup. Sciences, Tome II, 255p.
- Essan K.V.** 1985. Activités économiques et structuration de l'espace dans les sous-préfectures d'Adiaké et d'Aboisso. Thèse de Doctorat, Université Nationale, Côte d'Ivoire, 426p.
- Fogg G.E., Stewart W.D.P., Fay P. & Walsby A.E.** 1973. The blue-green algae. Academic Press London and New York, U.S.A, 9-297.
- Frontier S.** 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Éditions Masson. Collection d'écologie, Paris, 494 p.
- Ganf G.G., Heaney S.I. & Corry. J.** 1991. Light absorption and pigment content in natural populations and cultures of a non-gas vacuolate cyanobacterium *Oscillatoriaabourrellyi* (= *Tychromemabourrellyi*). *Journal of Plankton Research*, **13**: 1101-1121.
- Germain H.** 1981. Flore des diatomées. In : *eaux douces et saumâtres*. Société nouvelle, Edition Boubée, Paris, France, 444 -169
- Groga N.** 2012. Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac De Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat, Spécialité Ecologie Fonctionnelle, Université de Toulouse, France, 224p.
- Halle B. & Bruzon V.** 2006. Profil Environnemental de la Côte d'Ivoire. Rapport final de la Commission Européenne, 133 p.
- Hamaidi M.S., Hamaidi F., Zoubiri A., Benouaklil F. & Dhan Y.** 2009. Étude de la dynamique des populations Phytoplanktoniques et résultats préliminaires sur les blooms toxiques à cyanobactéries dans le barrage de Ghrib (Ain Defla-Algérie). *European Journal of Scientific Research*, **32** (3): 369-380.
- Hoagland K. D., Zlotsky A. & Peterson C. G.** 1986. The source of algal colonizer on rock substrates in a freshwater impoundment. In: *Algal biofouling*. Elsevier science Publishing Compagny Inc, Evans L. V. & Hoagland K. D. (eds.), Amsterdam, 21-39.
- Iglesias-Rodriguez M.D., Schofield O.M., Batley J., Medlin L.K. & Hayes P.K.** 2006. Intraspecific genetic diversity in the marine coccolithophore *Emiliania huxleyi* (Prymnesiophyceae): The use of microsatellite analysis in marine phytoplankton population studies. *Journal of Phycology*, **42** : 526-536.
- Iltis A.** 1980. Les Algues. In : *Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-soudanienne. Tome I*. Éditions O.R.S.T.O.M. Collection Initiation Documents Techniques, Durand J.R. & Lévêque C. (Eds). n°44, Paris, France, 9-61.
- Iltis A., 1982a.** Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. I. Stations de prélèvement,

méthodologie, remarques sur la composition quantitative et les biovolumes. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, **15** (3) : 231-239.

Iltis A., 1982b. Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. II. Variations saisonnières des biovolumes, de la composition et de la diversité spécifique. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, **15** (3) : 241-251.

Iltis A. 1983. Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. IV. Remarques générales. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, **16**(3) : 235-240.

Iltis A. 1984. Biomasses phytoplanctoniques de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, **118**: 153-175.

Jackson R. B., Carpenter S. R., Dahm C. N., McKnight D. M., Naiman R. J., Postel S. L. & Running S. W. 2001. Water in a changing world. *Issues in Ecology*, **9**: 1-16.

Komoé K. 2010. Diversité du phytoplancton du complexe lagunaire de Grand-Lahou en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 305p.

Konan E.S. 2014. Distribution spatio-temporelle du peuplement phytoplanctonique en Relation avec les facteurs abiotiques de la lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 197p.

Konan E.S., Komoe K. & Salla M. 2018. Diatomées centriques de la lagune de Fresco Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, **30** (2) : 179–191.

Koua G.H. 2007. Situation de la production de café en côte d'Ivoire, cas du département d'Aboisso. *Journal of Applied Biosciences* **25**: 1565 – 1572

Krammer K. & Lange-Bertalot H. 1991. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaeae, Eunotiaceae. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (Eds.), Stuttgart, Fischer, 576 p.

Lévêque C. 1999.- L'habitat des poissons. In: *Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie, utilisation par l'homme*, Lévêque C. & Paugy D. (eds). Editions de l'I.R.D., Paris, France, 251-270.

Lascombe C. & Cardot D. 1984. Connaissance et cartographie de la pollution des eaux courantes. *Bulletin Ecologique*, **15** : 39-45.

Malavoi J. & Souchon Y. 1992. Hydrologie et dynamique hydroécologique des cours d'eau. *Revue des Sciences de l'eau*, **5** (2) : 247-261.

Mercado M. L. 2003. A comparative analysis of the phytoplankton from six pampean lotic

systems (Buenos Aires, Argentina). *Hydrobiologia*, **495** : 103-117.

Mollo, P. & Noury A. 2013. Manuel du plancton Éditions Charles Léopold Mayer, 195p.

Mur L.R., Skumburg O.M. & Utkilen H. 1999. Cyanobacteria in the Environment. In: *Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public Health consequences, monitoring and management*, Chorus I. & Bartram J. (eds.), London, England, 41-111.

Muylaert K., Van Kerckvoorde A., Vyverman W. & Sabbe K. 1997. Structural characteristics of phytoplankton assemblages in tidal and non-tidal freshwater systems: a case study from the schelde basin. *Freshwaterbiology*, **38**: 263-276.

Niamien-Ébrotié J.E. 2010. Composition et distribution spatiale et saisonnière des peuplements d'algues de quatre rivières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Soumié, Éholié, Éhania et Noé). Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, 119 p.

Not F., Valentin K., Romari, K., Lovejoy C., Massana, R., Tobe K., Vaulot D. & Medlin L.K. 2007. Picobiliphytes: A marine picoplanktonic algal group with unknown affinities to other eukaryotes. *Science*, **5809**:253-255.

O'Farrell I., Pinto P.T. & Izaguirre I. 2007. Phytoplankton morphological response to the underwater light conditions in a vegetated wetland. *Revue Hydrobiologie*, **578**: 65-77

Ouattara A. 2000. Premières données systématiques et écologiques du phytoplancton du lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique, 207 p.

Ouattara A., Podoor N. & Gourène G. 2007. Activité photosynthétique du phytoplancton dans le barrage hydroélectrique d'Ayamé I (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, **19**(1) : 63-70.

Perraud & De La Souchère. 1971. Les sols de la côte d'ivoire. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. *Mémoire O.R.S.T.O.M., Côte d'Ivoire*, **50**: 269-391.

Pielou E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley Intersciences, New York, 285 p.

Prescott L.M., Harley, J.P. & Klein D.A. 2003. Microbiologie, 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles. Belgique, 1137p.

Reynolds C.S. 1984. Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biology*, **14** (2): 111-142.

Saez A.G., Zaldivar-Riveron A. & Medlin L.K. 2008. Molecular systematics of the

Pleurochrysidaceae, a family of coastal coccolithophores (Haptophyta). *Journal of Plankton Research*, **30** : 559-566.

Salla M.2015. Taxonomie, composition et distribution spatio-saisonnier 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.

Sanaa B. 2006. Structure, dynamique et typologies physico-chimiques et phytoplanctoniques de l'estuaire du Bou Regreg (Côte Atlantique Marocaine). Thèse de doctorat de l'Université Mohammed V-Agdal, Rabat, Maroc, 252 p.

Seu-Anoï N.M., 2012. Structuration spatiale et saisonnière des peuplements phytoplanctoniques et variabilité des facteurs abiotiques dans trois complexes lagunaires de Côte d'Ivoire (Aby, Ébrié et Grand-Lahou). Thèse de Doctorat de l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), 137 p.

Schaeffer J., Gido F. & Smith M. 2005. A test for community change using a null model approach. *Ecological Applications*, **15**: 1761-1771.

Schlumberger O. & Bouretz N. 2002. Réseaux trophiques et production piscicole en étangs fertilisés (Dordogne, France). *Journal of Water Science*, **15** (1): 177-192.

Sheath R. G. & Wehr J. D. 2003. Freshwater Algae of North America. Ecology and classification. California, U.S.A, 918 p.

Ter Braak C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. *Vegetation*, **69**: 69-77.

Ter Braak C.J.F. 1988. Partial canonical correspondence analysis. In: *Classification and related methods of data analysis*. Bock H.H., (ed). Amsterdam, North Holland, 551-558.

Van Den Brock N. & Moutin T. 2002. Phosphate in the sediments of the Gulf of Lion (N. W. Mediterranean sea) relationship with input by the river Rhône. *Hydrobiologie*, **472**: 85-94.

Van den Hoek C., Mann D. G. & Jahns H. M. 1995. Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 623 p.

Yao A.A. 2010. Diversité des poissons de la rivière du Banco (Parc National du Banco). Mémoire de D.E.A, Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique, Université d'Abobo-Adjame, Abidjan, Côte d'Ivoire, 54p.

RESUME

L'étude du peuplement de phytoplancton des eaux des rivières N'Gotopkré, Mouyassué, Anvo et Toudoum s'est déroulée pendant les mois de Février (grande saison sèche), Juillet (grande saison des pluies) et Août (petite saison sèche) 2021. L'étude s'est intéressée à la dynamique du peuplement phytoplanctonique sur différents sites d'échantillonnages de ces rivières qui subissent sans cesse une intense activité anthropique. L'inventaire de la microflore algale a permis de recenser 31 taxons répartis en 3 embranchements, 4 classes, 8 ordres, 16 familles et 23 genres. L'embranchement le plus diversifié est celui des Chlorophyta avec 15 taxons soit 48,39 % de l'effectif total, ensuite viennent les embranchements des Bacillariophyta avec 10 taxons soit 32,26% et celui des Cyanoproctyota avec 6 taxons soit 19,35%. Les effectifs et abondances les plus élevés ont été obtenues pendant la petite saison sèche. Tandis que de faibles abondances ont été remarquées en grande saison des pluies. L'étude de la corrélation entre les taxons et les paramètres abiotiques a montré que l'abondance des microalgues semble être influencée par la conductivité, le pH, la température et l'orthophosphate.

Mots clés: Phytoplancton-peuplement-région du sud Comoé-Côte d'Ivoire

ABSTRACT

The study of the phytoplankton population of the waters of the N'Gotopkré, Mouyassué, Anvo and Toudoum rivers took place during the months of February (large dry season), July (large rainy season) and August (small season) 2021. The study focused on the dynamics of the phytoplankton population on different sampling sites of the rivers, which are constantly subject to intense anthropogenic activity. The inventory of the algal microflora has identified 31 taxa divided into 3 branches, 4 classes, 8 orders, 16 families and 23 genera. The most diversified phylum is that of Chlorophyta with 15 taxa or 48.39% of the total number then come the phyla of Bacillariophyta with 10 taxa or 32.26% and that of Cyanoproctyota with 6 taxa or 19.35%. The highest numbers and abundances were obtained during the short dry season. While low abundances were observed during the long rainy season. The study of the correlation between taxa and abiotic parameters showed that the abundances of microalgae seems to be influenced by conductivity, pH, temperature and orthophosphate.

Keywords: Phytoplankton- population- South -Comoé region - Ivory Coast