



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE

UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :
2017-2018

N° D'ORDRE :
0141 / 2019

N° CARTE D'ETUDIANT :
CI0413001808

CANDIDAT

NOM : KOUASSI

PRENOMS : Yves Cyrius

MASTER

Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes

Option : Ecologie et Gestion Durable des Ecosystèmes

THEME :

Dynamique spatio-temporelle des populations
microalgales du fleuve BANDAMA : réserve de
faune et de flore du haut Bandama
(Centre nord, Côte d'Ivoire)

JURY

**Président : M. KOFFI Béné Jean-Claude, Maître de Conférences,
Université Jean Lorougnon Guédé**

**Directeur : M. BONY Kotchi Yves, Maître de conférence Université
Jean LOROUGNON GUEDE**

**Encadreur : Mme ADON Marie Paulette Maître-assistante, Université
Jean LOROUGNON GUEDE**

**Examineur : M. GROGA Noel, Maître-assistant, Université Jean
Lorougnon Guédé**

Soutenu publiquement
le 22 / 07 / 2019

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre infinie gratitude aux personnes, par leur soutien et conseil qui ont rendu possible la présente étude et ont contribué à la rédaction de ce mémoire.

Nous tenons à remercier Mme la Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, Professeur TIDOU Abiba Sanogo épouse KONÉ, pour avoir autorisé notre inscription au Master.

Nos remerciements sont également adressés au Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche Environnement, Docteur KOUASSI Kouakou Lazare, (Maître de Conférences) et au Docteur SANGNE Yao Charles, (Maître-Assistant) responsable du parcours Master de Biodiversité et Gestion Durable des Écosystèmes.

Nous remercions le Docteur BONY Kotchi Yves, (Maitre de conférence) Directeur Scientifique du présent mémoire, qui a accepté de diriger ce travail. Ses critiques constructives et apports scientifiques ont permis l'amélioration du document final. Nos sincères remerciements s'adressent au Docteur ADON Marie Paulette, (Maître -Assistante) encadreur de ce mémoire, pour sa patience et sa compréhension, qui s'est donnée du temps pour suivre ce travail.

Notre gratitude est adressée aux aînés DJENE Roland, KRESSOU Armand et ATTOUNGBRE Kouakou Severin, qui ont été d'une aide précieuse dans la rédaction de ce mémoire. Un remerciement particulier à toute la famille étudiante de Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystemes et plus précisément aux ami(e)s de tous les jours DRAMANE Kouakou, KAMBIRE Beh, KOUTOU Yann, ATHEGNY Essan et KABRAN Delunick. Un remerciement particulier aux Familles KOUASSI, SYLLA et BAKAYOKO pour leur soutien spirituel, moral et financier.

Liste des figures	iv
Liste des tableaux	vi
INTRODUCTION.....	1
GENERALITES.....	3
I-1. Généralité du site d'étude	4
I-1-1. Situation géographique.....	4
I-1-2. Les caractéristiques abiotiques	5
I-1-2-1. Le sol.....	5
I-1-2-2. Climat.....	5
I-1-3. Les caractéristiques biotiques	6
I-1-3-1. La végétation	6
I-1-3-2. La faune.....	6
I-1-4. Généralité sur les microalgues	6
I-1-4-1. Groupes taxinomiques.....	6
I-1-4-2. Écologie des microalgues	7
I-1-4-3. Facteurs abiotiques de l'évolution des communautés phytoplanctoniques	8
I-1-4-4. Facteurs biotiques de l'évolution des communautés de microalgues	8
MATERIEL ET METHODES.....	10
II-1. Matériel	10
II-1-1. Appareils de mesure des paramètres physiques et chimiques de l'eau.....	10
II-1-2. Matériel de collecte des organismes	10
II-1-3. Matériel d'observation, d'identification et de dénombrement	11
II-2-1. Choix des stations d'échantillonnage.....	11
II-2-2. Méthode de mesure des paramètres physico-chimiques.....	16
II-2-3. Echantillonnage des organismes.....	16
II-2-3-1. Prélèvement des organismes pélagiques	16
II-2-3-2. Prélèvement des organismes épiphytiques	16
II-2-4. Observation des taxons	16
II-2-5. Identification des taxons	17
II-2-6. Dénombrement des espèces de microalgues	17
II-2-7. Etude des données.....	18
II-2-7-1. Diversité brute ou richesse taxinomique	18
II-2-7-2. Pourcentage d'occurrence (F).....	18
II-2-7-3. Abondances relatives	18
II-2-8. Etude de la diversité des peuplements	18
II-2-8-1. Indice de diversité de Shannon–Weaver (H')	18
II-2-8-2. Equitabilité J de Pielou	19

II-2-9. Traitement statistique des données	20
II-2-9-1. Traitements univariés.....	20
II-2-9-2. Analyses multivariées	20
RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	22
III-1. Résultats.....	22
III-1-1. Analyse spatiale et temporelle des paramètres physico-chimique	22
III-1-1-1. Analyse spatiale des paramètres physico-chimique	22
III-1-1-2. Analyse temporelle des paramètres physico-chimique	24
III-1-1-3. Typologie des stations	26
III-1-2. Composition taxonomique	28
III-1-2-2. Composition temporelle des organismes	34
III-1-3. Dynamique spatiale et temporelle de l'abondance.....	36
III-1-3-1. Distribution spatiale de la densité	36
III-1-3-2. Distribution temporelle de la densité.....	38
III-1-4. Typologie des stations	41
III-2. Discussion	48
CONCLUSION	50
REFERENCES.....	51
ANNEXES	

Liste des figures

Figure 1: Situation géographique de la réserve de Faune et de flore du Haut Bandama	4
Figure 2 : Diagramme ombro-thermique Katiola (1996-2016)	5
Figure 3: Appareil de mesure de la physico-chimie.....	10
Figure 4: Un filet à plancton	11
Figure 5: Matériel d'observation et de dénombrement des microalgues	11
Figure 6: Stations d'étude.....	12
Figure 7: variation spatiale de la conductivité	22
Figure 8: variation spatiale de la conductivité	22
Figure 9: variation spatiale de la température.....	23
Figure 10: variation spatiale de la turbidité	23
Figure 11: Figure 10: variation spatiale de l'oxygène dissous	24
Figure 12: Variation spatiale de la conductivité	24
Figure 13: Variation spatiale du pH	25
Figure 14: Variation spatiale du température.....	25
Figure 15: Variation temporelle de l'oxygène dissous	26
Figure 16: Variation temporelle de la turbidité.....	26
Figure 17: Analyse en composante principale (ACP)	27
Figure 18: classification Hiérarchique.....	27
Figure 19: Répartition des Embranchement de microalgues	32
Figure 20: Répartition des taxons pélagiques	33
Figure 21: Répartition par stations	33
Figure 22 : Répartition des taxons epiphytiques	34
Figure 23: Répartition par stations	34
Figure 24: Répartition par embranchement	35
Figure 25: répartition par campagne.....	35
Figure 26: Répartition par embranchement	36
Figure 27: Répartition par campagne	36
Figure 28: Répartition des densités	36
Figure 29: Répartition des densités	38
Figure 30: Répartition des densités	39
Figure 31 : répartition des densités.....	40
Figure 32: Analyse en composante principale	42
Figure 33: Classification hiérarchique.....	42

Figure 34: Analyse en composante principale	43
Figure 35: Classification hiérarchique.....	44
Figure 36: Variation de la diversité spatiale de phytoplancton pélagique.....	44
Figure 37 : Variation de la diversité spatiale des microalgues epiphytiques.....	45

Liste des tableaux

Tableau I: Liste des taxons rencontré dans les différentes station d'études et leurs occurrences	28
Tableau II: Occurrence des taxons	33
Tableau III : Occurrence des taxons	34
Tableau IV: Taxons majoritaires dans le milieu	37
Tableau V: Taxons majoritaire du milieu	38
Tableau VI : Taxons dominants	39
Tableau VII : Taxons dominants	41
Tableau VIII: Variation de la diversité temporel pélagique	45
Tableau IX Variation de la diversité temporel pélagique	45
Tableau X: Espèces saprobiques	47

Sigles et Abréviations

BB	Station Bandama Badasso
BN	Station Bandama Nabédjakaha
BTA	Station Bandama Tortiya A
BTB	Station Bandama Tortiya B
BSA	Station Bandama Sinaïm A
BSB	Station Bandama Sinaïm B
BYA	Station Bandama Yayakaha A
BYB	Station Bandama Yayakaha B
UJLoG	Université Jean Lorougnon Guède de Daloa (Côte d'Ivoire)
SODEXAM	Société de développement et d'exploitation aéroportuaire, aéronautique et météorologique (Côte d'Ivoire)
pH	Potentiel d'hydrogène
Cond	Conductivité

INTRODUCTION

Les réserves intégrales ont pour objectif d'assurer la conservation d'éléments du milieu naturel d'intérêt national ou la mise en œuvre d'une réglementation communautaire ou d'une obligation résultant d'une convention internationale. Ces réserves préservent non seulement la biocénose mais aussi le biotope grâce à la préservation des formations géologiques, géomorphologiques ou spéléologiques remarquables. Ce sont aussi des zones pour les études scientifiques ou techniques indispensables au développement des connaissances humaines. (GB, 2011)

En Côte d'Ivoire, bien que ne couvrant que 6,5% du territoire national (soit 2,1 millions d'hectares), l'essentiel de la diversité biologique est concentré dans ces aires protégées qui hébergent près de 90% des espèces de mammifères et d'oiseaux connues dans la région Ouest africaine. Ces aires constituent, avec les forêts classées, la majeure partie du couvert végétal naturel subsistant sur le territoire (BERD-E&DConsult, 2014).

A cheval sur quatre régions, la réserve de faune et de flore du Haut-Bandama située dans le centre-nord de la Côte d'Ivoire, a été créée en 1973 sur une superficie de 122 162 ha (OIPR, 2015). Cette réserve est drainée principalement par le fleuve Bandama qui la traverse du nord au sud sur une distance de 160 km, soit 15 % de sa longueur totale. Le cours principal du fleuve Bandama a bénéficié de plusieurs études dont ceux de Léveque., (1983) ; Kouamelan (2013) ? Adon et al., (2017). Cependant aucune étude n'a été menée sur la section du Bandama localisé à l'intérieur de la réserve de faune et de flore du Haut Bandama.

Le Bandama a été soumis à de très forte pression anthropique à travers les activités humaines qui constituent une source permanente de pollution des cours d'eaux de la réserve du Haut-Bandama en fertilisants, pesticides et autres produits chimiques. Cette situation a pour conséquence l'accentuation de l'envahissement des cours d'eau de ladite réserve par les plantes aquatiques, induisant leur enrichissement en matières en suspension (Halle & Bruzon., 2006). Cet état de fait favorise la prolifération des microalgues pélagiques et épiphytiques. Selon Azim *et al*, les microalgues regroupent l'ensemble des végétaux généralement microscopiques vivant librement en eau pour certaines et fixées pour d'autres. Bien que moins connues du fait de leur habitat essentiellement aquatique, le rôle et l'importance des microalgues ne sont plus à démontrer (Gayral, 1975). Productrices primaires des chaînes trophiques des milieux aquatiques, ces microalgues sont également des sources d'oxygène photosynthétique. Leur utilisation, comme indicateurs biologiques de qualité des eaux, est devenue courante pour la gestion des milieux (Iltis, 1980).

Au vu de la méconnaissance de la population de microalgues de cette section de la réserve, cette étude consistera en un suivi de l'évolution spatio-temporelle des populations de microalgues

afin de contribuer à la compréhension du fonctionnement des eaux de la réserve. Spécifiquement, l'étude menée permettra de :

- Caractériser la physico-chimie des eaux du fleuve de la réserve.
- Etudier la structure des micro algues de la réserve.
- Mettre en évidence les taxons indicateurs de l'état de saprobie des eaux.

Le présent mémoire s'articule autour de 3 grands axes. Une généralité qui présentera le site d'étude et l'objet de l'étude. Le matériel et les méthodes utilisés pour l'étude seront mise en évidence dans la deuxième partie. La troisième partie présentera les résultats qui seront par la suite discutés. Le mémoire s'achèvera par une conclusion et des perspectives de recherche.

GENERALITES

I-1. Généralité du site d'étude

I-1-1. Situation géographique

Créé par décret N° 73-133 du 21/03/73, la réserve de faune et de flore du Haut-Bandama se trouve dans la partie centrale du Nord de la Côte d'Ivoire. Couvrant une superficie de 123000 hectares, la réserve de faune et de flore du Haut-Bandama s'étend de part et d'autre du fleuve Bandama. Issue des forêts classées du Haut-Bandama, cette réserve englobe les espaces naturels tels que la forêt classée du Haut-Bandama avec 56300 hectares, la forêt classée du Bandama blanc avec 24000 hectares et 42700 hectares de savanes et forêts claires préalablement non classées. (OIPR,2015)

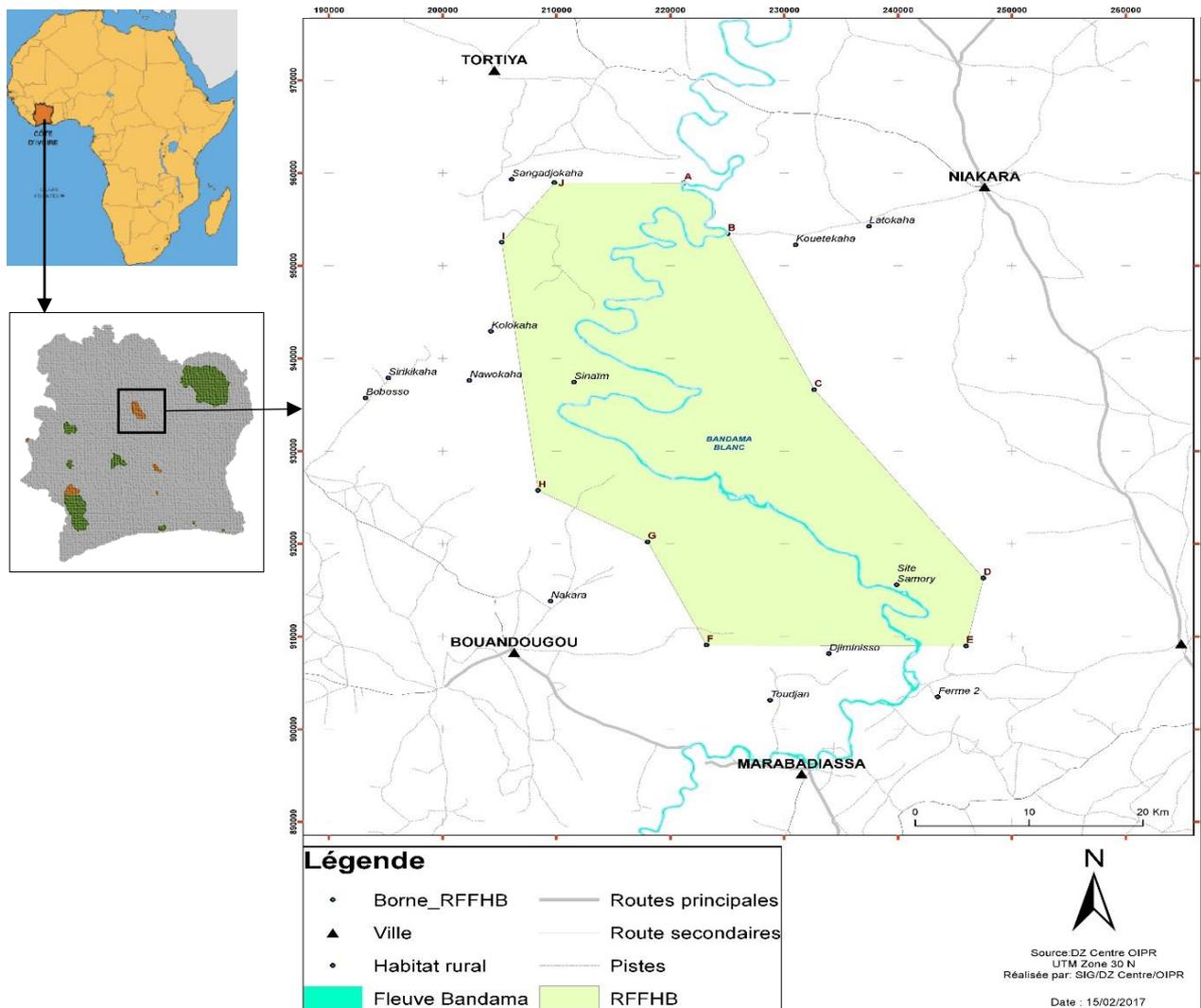


Figure 1: Situation géographique de la réserve de Faune et de flore du Haut Bandama

I-1-2. Les caractéristiques abiotiques

I-1-2-1. Le sol

La réserve de faune et de flore du Haut-Bandama est pour sa grande part composée de sols ferrallitiques moyennement désaturés. Les bas-fonds et les plaines alluviales sont constitués de sols hydromorphes ou de sols peu évolués d'apport hydromorphes (Avenard, 1971).

I-1-2-2. Climat

La réserve de faune et de flore du Haut Bandama est soumise à un climat tropical sub-humide, parfois qualifié de sub-soudanien de transition (Guillaumet & Adjanohoun, 1971).

Deux saisons sont relevées : l'une sèche, qui dure (4) quatre mois s'étend de Novembre à Février accentuée par l'harmattan entre Janvier et février et l'autre pluvieuse, de (7) sept mois, couvrant la période de Mars à Octobre, avec des grandes précipitations en Septembre. La pluviométrie moyenne annuelle dans cette zone est d'environ 1230 millimètres. Ce climat est caractérisé par une crue unique, d'août à octobre. Une décrue rapide, d'octobre à novembre, succède d'une longue période d'étiage de Janvier à Mai. Durant cette période l'alimentation est en grande partie assurée par les nappes alluviales. La crue la plus importante est enregistrée en septembre, avec un débit de 700 m³/s. Les autres caractéristiques du climat sont des amplitudes thermiques quotidiennes et annuelles relativement importantes de l'ordre de 26,6 °C et un taux d'humidité variant de (35 à 79 %).

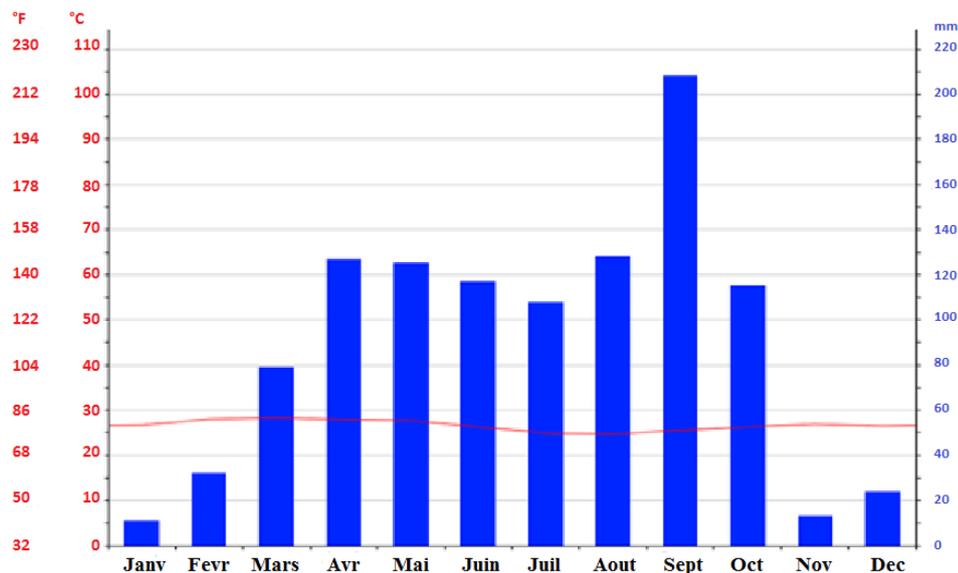


Figure 2 : Diagramme ombro-thermique Katiola (1996-2016)

I-1-2-3. Hydrographie

La réserve de faune et de flore du Haut-Bandama est traversée du Nord au Sud par le Bandama qui se prélassse en un cours très sinueux lors de la traversée de la réserve. Ce cours d'eau parcourt

ainsi 160 Kilomètres, soit 15 % de sa longueur totale. À l'intérieur de la réserve plusieurs affluents, comme le Bou et la Naramou en rive droite ou le Nafaron en rive gauche rejoignent le fleuve.

Le débit du fleuve est perturbé par l'existence d'un barrage situé à une centaine de kilomètres en amont de la réserve dans le complexe sucrier de Féréké 2. Les autres écosystèmes aquatiques de la réserve sont représentés par de nombreuses petits cours d'eaux et des mares temporaires ou permanentes qui apparaissent dans les dépressions.

I-1-3. Les caractéristiques biotiques

I-1-3-1. La végétation

La réserve de faune et de flore du Haut-Bandama appartient dans son ensemble au secteur sub-soudanais, encore dénommé soudano-guinéen, ce secteur se distingue en plus des savanes et des forêts claires caractéristiques de l'ensemble du domaine soudanais par la présence d'îlots parfois importants, de forêts denses sèches surtout dans la partie sud de la réserve (Poilecot, 1996).

I-1-3-2. La faune

Les résultats des inventaires fauniques réalisés par Bouche (1995 ;1996) dans la région, complétés par l'inventaire aérien du milieu naturel de la réserve du Haut-Bandama effectué par Poilecot & al (1996) avec la collaboration de Vanhaerle & Bouche (1996) révèlent que, la faune mammalienne de la réserve est constituée de 63,04 % d'espèces de savane, 19,57 % d'espèces de forêt et 17,39 % d'espèces ubiquistes. Les espèces caractéristiques de cette réserve sont les babouins, les vipères, les Gibbs Anarche et des buffles.

I-1-4. Généralité sur les microalgues

Comme toutes les plantes, les microalgues sont des organismes qui fabriquent leur substance à partir du gaz carbonique (CO₂) et des composés minéraux (azote, phosphates, potassium, fer, silice...) dissous dans l'eau. Pour cela, ces microalgues utilisent l'énergie de la lumière que ces microorganismes captent grâce à la chlorophylle contenue dans leur cellule. Ce processus est la photosynthèse.

I-1-4-1. Groupes taxinomiques

Dans les écosystèmes aquatiques, huit groupes taxinomiques sommairement caractérisés ci-après présentés :

Les cyanobactéries (organismes procaryotes) se présentent sous plusieurs formes. Ces organismes peuvent être unicellulaires libres, coloniales ou filamenteuses, parfois regroupées en amas ainsi visibles à l'œil nu. Beaucoup d'espèces de cyanobactéries ont des vacuoles

gazeuses qui leur permettent de régler leur flottabilité en fonction de l'éclairement et l'accès à des couches riches en nutriments (Reynolds, 1992 ; Head & *al.*, 1999 ; Oliver & Ganf, 2000).

Les cyanobactéries se retrouvent dans pratiquement tous les milieux humides : en eau douce ou eau salée, en milieux très acides ou très alcalins, dans les régions polaires ou dans les sources thermales.

Les chlorophytes, les plus abondantes des eucaryotes, sont typiquement thermophiles, photophiles et ont une préférence pour les milieux riches en nutriments azotés.

Les Bacillariophytes ou Diatomées existent sous formes isolées ou coloniales. Bien que les diatomées ne possèdent aucun organe de locomotion, ces microorganismes sont mobiles, effectuant des mouvements verticaux.

Les Euglenophytes dont les formes fusiformes ou globuleuses peuvent être aplaties, foliacées ou à contour elliptique. Ce groupe renferme plus de formes pigmentées que de formes incolores. Ce groupe est abondant dans les milieux riches en substances organiques (Iltis, 1980 ; Sheath & Wehr, 2003).

Les autres groupes taxinomiques suivants sont spécifiquement peu variés.

Les Chrysophytes sont de forme unicellulaire ou coloniale, mobiles à flagelles inégaux. Beaucoup d'espèces coloniales sont typiques des milieux oligotrophes pauvres en phosphore, mais certaines vivent dans les milieux eutrophes très riches en matières organiques. Ces microorganismes sont en majorité dulçaquicoles, libres ou fixés ; cependant des taxons marins peuvent être rencontrés (De Reviers, 2003).

Les Cryptophytes sont des organismes le plus souvent unicellulaires et pourvus de deux flagelles, rarement unicellulaires coccoïdes ou palmelloïdes. Ces groupes peuvent se développer en toute saison et s'adaptent bien aux faibles éclaircements.

Les Xanthophytes sont généralement des organismes unicellulaires flagellés vivant en colonies ou pluricellulaires (filaments). La grande majorité de ces organismes sont dulçaquicoles, mais certains se rencontrent dans les eaux saumâtres ou marines (De Reviers, 2003).

Les Dinophytes sont le plus souvent des organismes solitaires, libres, nageant à l'aide de deux flagelles inégaux vibrant dans deux directions perpendiculaires, l'un longitudinal, l'autre transversal.

I-1-4-2. Écologie des microalgues

Les microalgues d'une taille en deçà du millimètre, flotte librement dans les eaux stagnantes (lacs, étangs, mares et bras morts des cours d'eau de plaine) et marines. Ses mouvements sont en grande partie régis par les déplacements horizontaux et verticaux de l'eau. Dans la colonne d'eau, les organismes phytoplanctoniques occupent la couche euphotique. Leur

importance varie selon les milieux, essentiellement en fonction de l'épaisseur de la couche éclairée (Sand-Jensen, 1989). Le phytoplancton est dispersé dans la colonne d'eau. Cette dispersion est fonction des turbulences du milieu, de leur flottabilité et de leur éventuelle motilité (Therriault *et al.*, 1978). Quant aux periphytons en fonction du type de substrat, on distingue l'épipélon constitué d'espèces vivant dans le sédiment, l'épipsammon désignant les espèces vivant à la surface des grains de sable. Quant à l'épixylon, qui rassemble les espèces vivant sur les substrats durs et inertes de type pierre-blocs-galets, alors que l'épiphyton est composé d'espèces vivant à la surface des macrophytes aquatiques (Azim *et al.*, 2005). Leur accès à l'énergie lumineuse et aux ressources nutritives dépend essentiellement de leur localisation spatiale. La prolifération de certaines espèces peut donner diverses colorations au volume d'eau et peut même constituer des masses importantes à la surface ou en se déposant sur les berges (Arrignon, 1998).

I-1-4-3. Facteurs abiotiques de l'évolution des communautés phytoplanctoniques

Les éléments nutritifs nécessaires au développement des végétaux aquatiques notamment les algues sont composées de l'azote sous forme ammoniacale (NH_4^+) et de nitrates (NO_3^-), du phosphore sous forme d'orthophosphates (PO_4^{3-}) et de la silice dissoute (SiO_2) (Talling & Lemoalle, 1998 ; Wetzel & Likens 2000). L'azote et le phosphore constituent des éléments essentiels à la croissance des organismes et sont généralement en carence dans l'eau (Wetzel & Likens, 2000). Un apport de ces éléments est habituellement associé à un développement de ces microalgues (Naselli Flores & Barone, 1994 ; Reynolds, 1998 ; Talling & Lemoalle, 1998). En eau douce, le phosphore est généralement responsable de l'eutrophisation (Garnier & *al.*, 2001). Par contre, l'azote apparaît comme le nutriment majeur limitant la production primaire dans les lacs tropicaux et les océans ouverts (Talling & Lemoalle, 1998 ; Dufour & Berland, 1999 ; Arfi & *al.*, 2001). Ces éléments nutritifs ont des sources multiples pouvant provenir de l'une ou de l'autre des sources naturelle, urbaine ou agricole (Thomas & *al.*, 2000 ; Carmichael & *al.*, 2010).

I-1-4-4. Facteurs biotiques de l'évolution des communautés de microalgues

Les facteurs biotiques qui influencent la structure des microalgues sont constitués par les communautés de consommateurs tels que le zooplancton et les poissons. Le zooplancton joue un rôle essentiel de transfert d'énergie au sein des écosystèmes aquatiques, lorsque cet organisme est consommé par des consommateurs supérieurs situés au sommet des réseaux trophiques (Angelier, 2000 ; Mollo & Noury, 2013 ; McQueen & *al.* 1986) ont montré que les effets des herbivores sont maxima dans les milieux oligotrophes et s'atténuent avec

l'augmentation de l'eutrophie, notamment du fait du développement d'algues peu consommables (dinoflagellés) et de cyanobactéries filamenteuses. Cependant, Elser & Goldman (1991) soutiennent l'hypothèse d'effets maxima des cascades trophiques en milieux mésotrophes où la prédation des poissons planctonophages et l'abondance des herbivores sont suffisamment importantes pour un contrôle du phytoplancton.

MATERIEL ET METHODES

II-1. Matériel

II-1-1. Appareils de mesure des paramètres physiques et chimiques de l'eau.

Au cours de cette étude, l'appareillage suivant a été utilisé pour la mesure des différents paramètres :

- Un oxymètre portatif à affichage digital de model HANNA HI 9146, a servi à la mesure du taux d'oxygène dissous en ppm (Fig 3A) ;
- Un turbidimètre portatif à affichage digital de model OAKT on turbidimeter T- 100 a été utilisé pour la mesure de la turbidité en ntu (Fig 3B).;
- Un conductimètre portatif à affichage digital de model HACH SensION + EC 5, a permis de mesurer la conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fig 3C).;
- Cinq flotteurs, et le GPS de model GARMIN OREGON 70 nous ont permis de localiser géographiquement les stations d'étude et une corde graduée en mètre ont servi à la détermination de la vitesse du courant de l'eau ;
- Un pH-mètre portatif à affichage digital de model HANNA instruments HI 8010, a été utilisé pour la détermination du pH et de la température de l'eau en $^{\circ}\text{C}$;
- Un décimètre de model KAIDA Professional de 5 m de long a servi à mesurer la profondeur sur chaque point d'échantillonnage en centimètre ;

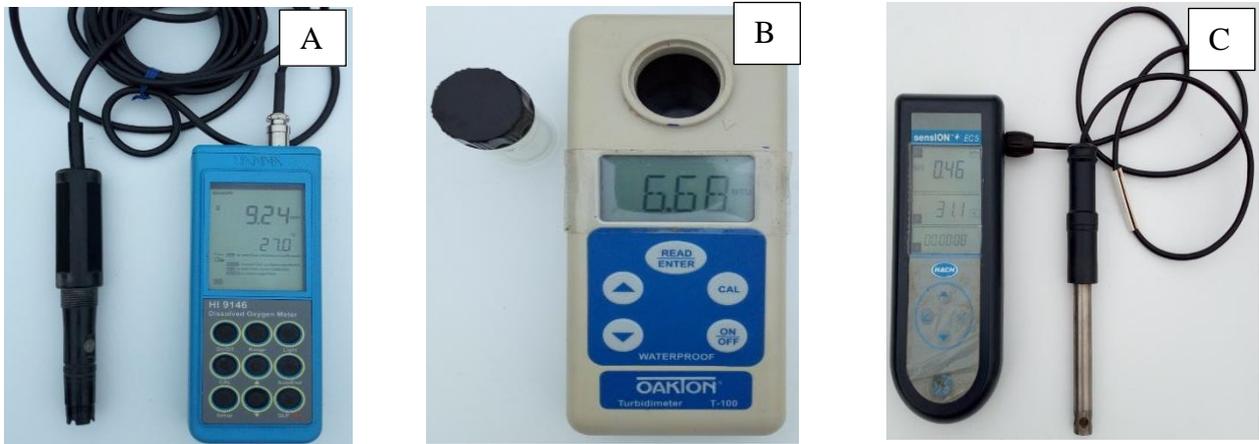


Figure 3: Appareil de mesure de la physico-chimie

A-Un oxymètre HANNA HI 9146 ; B- Un turbidimètre OAKT on turbidimètre ; C- Un conductimètre HACH SensION + EC 5

II-1-2. Matériel de collecte des organismes

- Un filet à plancton de maille 5 muni d'un collecteur a servi à la filtration des échantillons prélevés
- Une brosse à dent a été utilisée pour recueillir les organismes épiphytique fixé sur les substrats.
- De l'alcool pour fixer les échantillons.
- Des pots de conservation



Figure 4: Un filet à plancton

II-1-3. Matériel d'observation, d'identification et de dénombrement

- Microscope Optika B-192 pour les observations et les identifications des taxons
- Un appareil photo numérique pour la prise de vue des taxons
- Des Guides d'identifications pour l'identification de nos taxons.
- Un microscope inversé M226799 (Fig 5A) et Une cuve de sédimentation HYDROBIOS KIEL de 10ml utilisée pour le dénombrement des microalgues (Fig 5B).

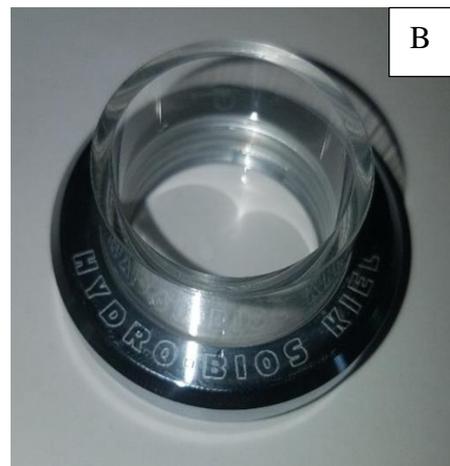


Figure 5: Matériel d'observation et de dénombrement des microalgues

A- Un microscope inversé optika M226799 ; B- Cuve de sédimentation 10ml

II-2. Méthodes

II-2-1. Choix des stations d'échantillonnage

Afin de réaliser et mener à bien cette étude une prospection de (3) trois mois (Septembre à Novembre 2017) a été menée dans la réserve de faune et de flore du Haut-Bandama et ses environs en partant de l'amont (au pont Bandama de Nabédjakaha) vers l'aval (au village de Badasso). À cet effet les milieux aquatiques lotiques (fleuve) ont préférentiellement été prospecté afin de procéder au choix des différentes stations et points d'échantillonnage.

Les facteurs qui ont été pris en compte pour la sélection des stations d'échantillonnage ont été le sens d'écoulement de l'eau, l'accessibilité du site à toute période, la proximité aux sources de pollution.

Les points d'échantillonnage sur chaque station ont été sélectionnés selon leur stabilité, leur habileté à héberger les organismes cibles (berges, débris végétaux, parties submergées des plantes...) et l'étendue de la station (Bellemare & *al.*, 2013). Au total huit (8) stations et 14 points d'échantillonnage ont été retenues. Une (1) station a été choisie en amont hors de la réserve (pont Bandama de Nabédjakaha). À l'intérieur de la réserve deux (2) stations ont été retenues en amont, deux (2) stations dans le cour médian, deux (2) stations en aval et une station en aval hors de la réserve, sur chaque station à l'intérieur de la réserve deux (3) points ont été retenus. Les échantillonnages sur le terrain ont été réalisés au début du mois de mars 2018 et au début du mois de Novembre 2018.

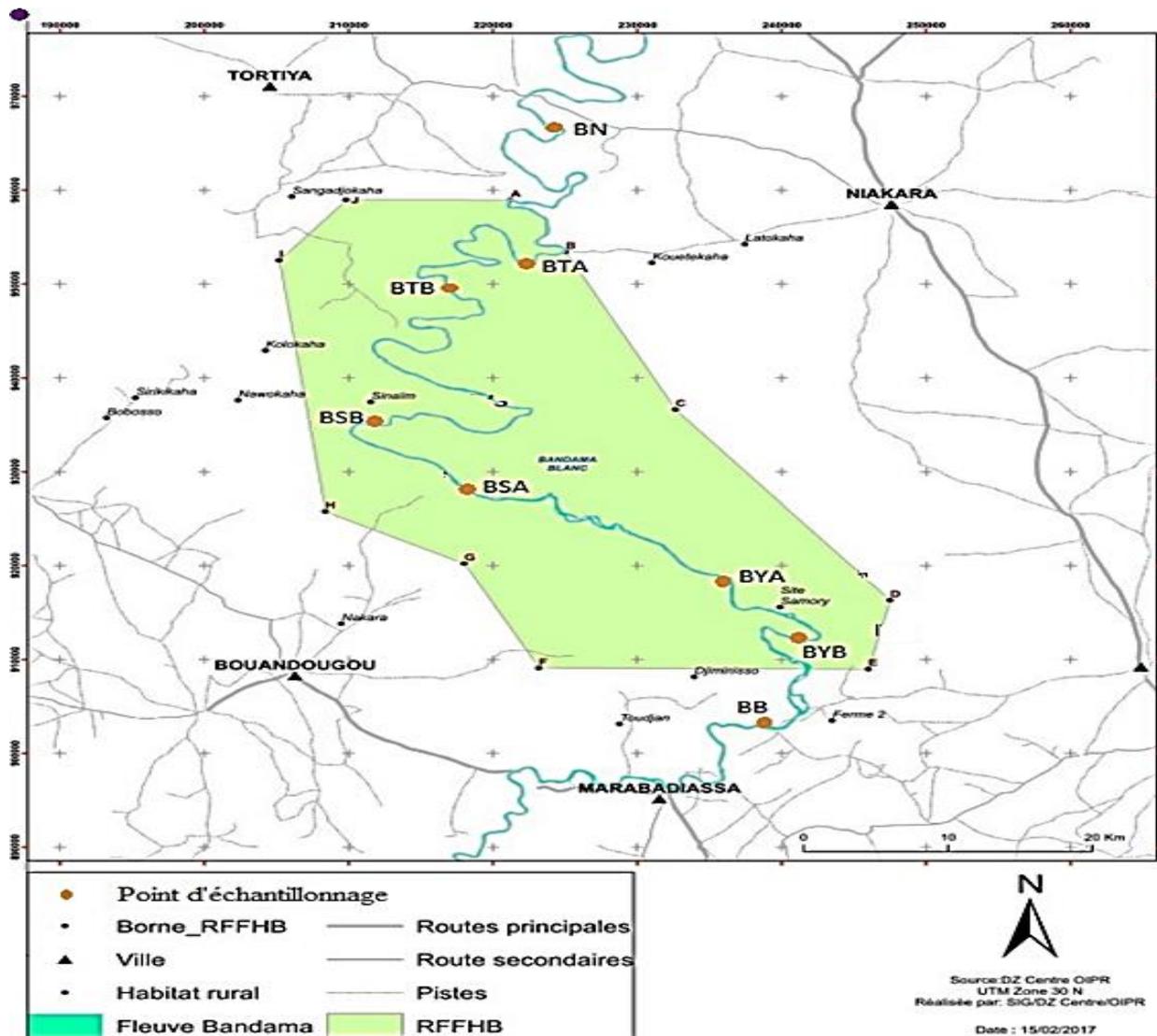


Figure 6: Stations d'étude

➤ Station Bandama Nabédjakaha (BN)

La station Bandama Nabédjakaha (BN) est située en amont en dehors de la réserve du Haut-Bandama $x=022221$; $y=096967$ à Nabédjakaha (village situé sur l'axe Niakaramadougou - Tortiya). La station est sous influence d'activités humaines. L'eau y est trouble. La rive droite est à proximité de la zone urbaine. Dans cette zone la pratique de la pêche est menée, servant aux besoins en eaux de la communauté. Le substrat y est constitué de vase, roches, sable et de débris végétaux issu de la végétation environnante.

➤ Station Bandama Tortiya A (BTA)

La station Bandama Tortiya A (BTA) est située en amont suivant le gradient longitudinal de l'hydrosystème de la réserve $x=0216811$; $y= 0951967$. Cette station est caractérisée par une forte pente marqué par la présence sur les rives droite et gauche par la présence d'une végétation ripisylve. La station est située à proximité d'un ancien site d'orpillage, caractériser par la présence d'une plantation d'anacarde sur la rive gauche. La station BTA présente des signes d'activité de pêche. L'eau y a un aspect clair, avec un fond visible et le substrat est composé de vase, de sable, de blocs de roches et de débris végétaux (feuilles, branches). La canopée ne couvre l'eau qu'entre 5 à 25 % de la surface de l'eau.



➤ Station Bandama Tortiya B (BTB)

La station Bandama Tortiya B (BTB) est située dans la partie fluviale du Bandama $x=021681$; $y= 095196$. Une végétation de mangrove borde les rives droite et gauche de cette station. La station BTB est aussi localisée à proximité d'un ancien site d'orpillage. L'eau y est légèrement trouble, avec un fond visible. Le substrat à cette station est constitué de blocs de roche et de débris végétaux (feuilles, branches). La canopée environnante est globalement peu fermée de 5 à 25 %.

➤ Station Bandama Sinaïm A (BSA)

La station Bandama Sinaïm A (BSA) est située dans le cours médian suivant le gradient longitudinal de l'hydrosystème de la réserve dans la partie fluviale du Bandama $x= 020626 ;y= 090962$. Cette station est marquée par une pente moyenne, dont les rives droite et gauche la présence de végétation de mangrove. BSA présente des signes d'activité de pêche par la présence de pirogues et de filets de pêche usés sur la rive droite. L'eau y a un aspect clair avec un fond visible et le substrat est composé de vase et de sable avec un peu de débris végétaux (feuilles, branches). La canopée environnante ne couvre que très faiblement le plan d'eau environ 5 %.



➤ Station Bandama Sinaïm B (BSB)

La station Bandama Sinaïm B (BSB), est située suivant le gradient longitudinal de l'hydrosystème de la réserve au cours médian du fleuve Bandama $x= 021000 ;y= 093429$. La pente y est relativement faible. Aux rives droite et gauche s'observe la présence de végétation de mangrove. A la station BSB, le lit principal du Bandama est obstrué par le transport, le dépôt et l'accumulation de la terre issue du lavage de l'or dans le lit du fleuve et du lessivage de sols nus du bassin versant. Des signes d'activité d'orpaillage traditionnel sur la rive droite ont été observés. L'eau y a un aspect clair, avec un fond visible et le substrat est constitué de graviers, de roches et de débris végétaux (feuilles, branches et troncs). La canopée environnante est faible d'environ 5 %.

➤ Station Bandama Yayakaha A (BYA)

La station Bandama Yayakaha A (BYA) se situe en aval suivant le gradient longitudinal de l'hydrosystème de la réserve $x= 023927 ;y= 091539$. L'eau à BYA est fortement trouble. Une végétation de forêt et de mangrove borde respectivement les rives gauche et droite de cette station. Le substrat est constitué de vase, de sable et de débris végétaux (feuilles, branches, troncs). Un amas de roches se remarque en pleine eau. La rive droite de cette station est

caractérisée par un important dépôt d'ordure ménagère. La pente à cette station est moyenne, la canopée environnante est très faiblement fermée de 0 à 5 %.

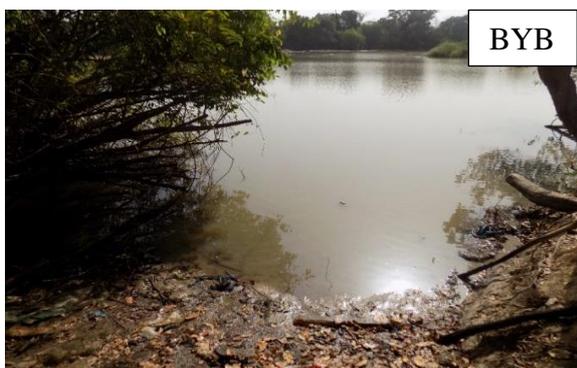


➤ Station Bandama Yayakaha B (BYB)

La station Bandama Yayakaha B (BYB) est située en aval suivant le gradient longitudinal de l'hydrosystème de la réserve $x=024082$; $y=091497$. BYB était une zone d'approvisionnement en eau pour la population villageoise de « Yayakaha » (village clandestin situé à l'intérieur de la réserve). Une végétation de forêt et de mangrove borde les rives gauche et droite de la station BYB. Le substrat est constitué de vase, de sable et débris végétaux (feuilles et branches). La pente à cette station est moyenne et la canopée environnante est faiblement fermée de 0 à 5 %.

➤ Station Bandama Badasso (BB)

La station Bandama Badasso (BB) est située en aval en dehors de la réserve du Haut-Bandama dans la partie fluviale du Bandama (vers Badasso) sur l'axe Marabadjassa – Bouandougou $x=027955$; $y=088483$. Cette zone est relativement bien conservée. La station BB est localisée dans la partie fluviale du Bandama près du village de Badasso. A cette station l'eau est trouble. Une végétation de mangrove borde les rives droite et gauche de cette station. Le substrat à la station Bandama Badasso (BB) est constitué de vase, roches, sable et de débris végétaux. La canopée environnante est faiblement fermée de 25 à 50 %.



II-2-2. Méthode de mesure des paramètres physico-chimiques

Les échantillonnages ont été réalisés pour la première campagne pendant la première semaine de Mars 2018 et pour la seconde campagne pendant la première semaine de novembre 2018. Les différents paramètres (température, conductivité, pH, oxygène dissous et turbidité) ont été mesurés *in situ* très tôt le matin (entre 6h et 8h) au niveau des berges de chaque station. En dehors de la turbidité, les appareils de mesure des paramètres suscités, ont été préalablement mis sous tension pendant quelques minutes et à chaque station, leurs sondes sont plongées dans l'eau. La sélection du paramètre à mesurer permet l'affichage de sa valeur.

Pour la mesure de la turbidité un volume d'eau a été prélevé à l'aide d'un pilulier adéquat puis installé dans le turbidimètre afin de lire la valeur affichée.

II-2-3. Echantillonnage des organismes

Les microalgues pélagiques et épiphytique ont été récoltées aux mêmes heures et aux mêmes dates que les paramètres physico-chimiques

II-2-3-1. Prélèvement des organismes pélagiques

Les récoltes ont été faites à l'aide d'un filet à plancton de 20 µm de vide de maille. L'eau de surface a été transvasée dans le filet par un seau d'une contenance de 10 litres à 3 reprise à savoir un volume total de 30 L. Les algues ont été recueillies par filtration au filet dans des piluliers de 60 ml et ont été fixées au formol à la concentration finale de 5%. Cette méthode permet de concentrer le plus d'organismes possibles.

II-2-3-2. Prélèvement des organismes épiphytiques

La récolte des organismes épiphytique a été réalisée par la méthode de grattage. Cette technique a consisté à frotter délicatement à l'aide d'une brosse à dent la surface des végétaux ou débris de végétaux présent dans l'eau ou aux abords du cours d'eau à l'intérieur des piluliers. Le liquide a été recueilli dans des piluliers de 60 ml puis fixées au formol à la concentration finale de 5%.

II-2-4. Observation des taxons

Les différents échantillons ont été déposés pour la sédimentation. À l'aide d'une pipette le fond sédimenté a été prélevé et monté entre lame et lamelle. La préparation a été ensuite placée sur la platine du microscope ordinaire muni d'une chambre claire. Les observations ont été réalisées d'abord à l'objectif 10x pour une vue d'ensemble, puis à l'objectif 40x pour plus de détails. Les différentes formes algales ont été photographiées grâce à un appareil photo numérique et les mensurations ont été effectuées à l'aide d'un micromètre-objet.

II-2-5. Identification des taxons

L'identification a été réalisée sur la base de clés de détermination et de divers documents des auteurs suivants : Compère (1974, et 1986) et de Komárek & Anagnostidis (1989, 1999, et 2005). Aussi, les travaux de Förster (1964), Philipose (1967), Compère (1977) et Couté & Iltis (1981) ont été utilisés pour l'identification des Cyanophytes, tandis que ceux de Komárek & Fott (1983) et Uherkovich (1995) ont été exploités pour les Chlorophyta. La classification proposée dans la clé établie par les éditeurs de la "Süßwasserflora" (Starmach, 1985) a été utilisée dans cette étude.

II-2-6. Dénombrement des espèces de microalgues

Le comptage s'est effectué au microscope inversé. La méthode utilisée est celle d'Uthermöhl (1958) qui a permis de faire l'étude quantitative. Les échantillons préalablement homogénéisés de façon manuelle sont versés en une seule fois dans des cuves à sédimenter d'un volume de 10 ml. Dans le cas de milieux fortement concentrés en particules (solution épiphytique), des dilutions d'échantillons épiphytiques ont été réalisés. Pour cela, une pipette avec embouts amovibles a été utilisée (embouts de volume 1 ml). Un volume connu de l'échantillon (1 ml) est alors introduit dans une chambre de sédimentation de 10 ml qui est par la suite complétée par de l'eau distillée à 10 ml avec une pissette, la solution dans la cuve est laissée sédimenter pendant 8 h.

Les observations ont été ensuite réalisées à l'objectif 40x. Le comptage est effectué par transects (diamètres). Plusieurs champs ont été visités, permettant d'avoir au moins un comptage de 400 objets algaux. La densité (D) phytoplanctonique est donnée par la formule :

$$N = \frac{n. ind \times R}{V} \times F$$

Avec :

N : nombre d'organisme par ml ;

n ind : nombre d'individus comptés ;

V : volume sédimenté (ml) ;

R : Rapport de comptage : (R = Surface de la chambre/Surface du comptage)

[R = $(\pi \times 13^2) / ((0.112 \times 13 \times 2) \times nb \text{ dia})$]

Avec : R : rapport de comptage (mm²/mm²) ; 0.112 mm : Largeur de la bande

13 : rayon de la chambre ; nb dia : nombre de diamètres comptés.

F : Facteurs de dilution. Lorsque les échantillons sont dilués le facteur de dilution est de 10, lorsqu'il n'y a pas de dilution d'échantillons, le facteur de dilution est 1.

II-2-7. Etude des données

II-2-7-1. Diversité brute ou richesse taxonomique

La richesse taxonomique ou diversité brute est le nombre total de taxons rencontrés par prélèvement dans un écosystème donné (Ramade, 2003). Cette richesse est fonction de la complexité de l'habitat. Cet indice synthétique constitue un bon indicateur de la capacité d'accueil d'une station (Koumba & al., 2017).

II-2-7-2. Pourcentage d'occurrence (F)

Le Pourcentage d'occurrence (F) renseigne sur la préférence d'une espèce donnée pour un type d'habitat donné. Cette occurrence consiste à compter le nombre de fois que l'espèce *i* apparaît dans les prélèvements (Hyslop, 1980). Ce nombre est exprimé en pourcentage du nombre total de relevés et donne des informations sur les espèces fréquemment rencontrées dans un hydrosystème sans aucune indication sur l'importance quantitative de ces espèces (Paugy & Lévêque, 1999). Ce pourcentage se calcul comme suit :

$$F = \frac{Fi \times 100}{Ft}$$

Où F_i = nombre de relevés contenant l'espèce *i* et F_t = nombre total de relevés effectués.

Selon la classification proposée par Dajoz (2000), la valeur de la fréquence permet de déterminer trois (3) catégories de taxons :

- taxons constants : $F > 50 \%$;
- taxons accessoires : $25 \% \leq F \leq 50 \%$;
- taxons accidentels : $F < 25 \%$.

II-2-7-3. Abondances relatives

L'abondance relative représente le quotient du nombre d'individus du taxon (*i*) présent par rapport au nombre total d'individus (Ramade, 2003). L'abondance relative traduit l'importance numérique d'un taxon dans une communauté. Cette abondance est aussi bien variable dans l'espace que dans le temps et son expression est la suivante :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

P_i = abondance de l'espèce *i* ; n_i = nombre d'individus de l'espèce *i* ; N = nombre total d'individus.

II-2-8. Etude de la diversité des peuplements

II-2-8-1. Indice de diversité de Shannon–Weaver (H')

Cet indice convient bien à l'étude comparative des communautés (Shannon–Weaver, 1963 ; Barbault, 1995), et prend en compte à la fois le nombre de taxons présents et le nombre

d'individus de chaque groupe taxonomique. La diversité et la régularité de la distribution de chaque taxon permettant ainsi de caractériser le degré d'organisation et l'équilibre des communautés sont mesurées (Ramade, 1994). L'indice de diversité est exprimé par l'équation ci-dessous :

$$H' = - \sum (ni/N) \log_2 (ni/N) = -\sum Ai \log_2 (Ai)$$

où **Ai** = Abondance des espèces ;

ni = nombre d'individus de l'espèce **i** et

N = nombre total d'individu.

Cet indice est variable aussi bien dans le temps que dans l'espace. L'indice de Shannon-Weaver a pour unité le «Bit». Sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes et de leurs proportions relatives.

L'indice de diversité de Shannon (H') est minimal quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce. Une valeur faible de H' traduit des conditions de vie difficiles qui permettent à peu d'espèces de s'établir. A l'inverse, cet indice H' est maximal (théoriquement infini) lorsque toutes les espèces sont équitablement représentées dans l'échantillon (Le Bris, 1988). En effet, une valeur élevée de l'indice correspond habituellement à des conditions de milieu favorables permettant la survie de nombreuses espèces ; chacune étant présente en faible densité (Mary & Archaimbault, 2011). La diversité maximale correspond à $\log_2 (N)$. Autrement dit, la diversité est minimale lorsque H' tend vers 0 et est maximale quand H' tend vers l'infini (Magurran, 2004 ; De Bello & *al.*, 2007).

Généralement, dans les milieux naturels, quel que soit le groupe taxonomique étudié, selon Frontier & Pichod-Viale (1998), la valeur de H' se situe entre 0,5 (très faible diversité) et 4,5 ou 5 (communautés les plus diversifiées et réparti équitablement).

II-2-8-2. Equitabilité J de Pielou

L'indice d'équitabilité J de Pielou (1969), aussi appelé indice de régularité (Frontier, 1976) ou équirépartition (Blondel, 1979) correspond au rapport de la diversité H' à la diversité maximale pouvant être obtenue avec le même nombre de taxons ($H'_{\max} = \log_2 S$). Cet indice permet d'étudier la régularité de la distribution des espèces et de comparer les diversités de deux peuplements ayant des nombres d'espèces différents (Dajoz, 2000). L'indice d'équitabilité J varie entre 0 et 1 (lorsqu'il est proche de 0, cela signifie qu'une espèce domine largement dans la communauté benthique ; lorsqu'il équivaut à 1, toutes les espèces tendent à avoir la même abondance dans un milieu naturel non perturbé). Pour beaucoup d'écologistes, une équitabilité élevée traduit un peuplement équilibré. Son équation s'énonce comme suit :

$$J = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$$

Avec **S** est la richesse taxinomique.

II-2-9. Traitement statistique des données

II-2-9-1. Traitements univariés

➤ Le test de Kruskal-Wallis

Les tests non paramétriques tels que le test de Kruskal-Wallis (comparaisons multiples), le test U de Mann-Whitney (comparaison de deux échantillons) ont été également employés pour les comparaisons inter et intra sujets lorsque la distribution des variables ne respectait pas l'une des conditions d'utilisation d'une ANOVA classique.

Le test de Kruskal-Wallis a été employé pour tester la variabilité des paramètres entre différents groupes de stations. Le test de Mann-Whitney a par la suite été utilisé pour identifier des différences entre les groupes pris deux à deux. En effet, la valeur de la « signification asymptotique » indique une absence de différences significatives entre les variables quand ces valeurs sont supérieures à 0,05, et inversement lorsque celle-ci est inférieure à 0,05. Le test de Khi-deux ($\alpha = 0,05$) a été utilisé pour tester l'indépendance des stations d'échantillonnages.

Les données recueillies ont été traitées à l'aide des logiciels statistiques XLSTAT 2016 sous Excel (Microsoft Office 2016).

II-2-9-2. Analyses multivariées

➤ Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée avec le logiciel Xlstat v2018 (sous Excel d Microsoft Office 2016) et le logiciel R. L'ACP a permis de caractériser les différentes stations d'échantillonnage à partir des paramètres physico-chimiques et des microalgues. C'est une technique qui permet de récapituler en deux ou quelques variables synthétiques, les « composantes principales », la majorité de l'information contenue dans les variables initiales (Dufrêne, 1992). C'est une méthode statistique factorielle descriptive dont l'objectif est de présenter sous forme graphique le maximum de l'information contenue dans un tableau de données de taille importante (Philippeau, 1992). Les données à traiter par l'ACP sont stockées dans un tableau rectangulaire ou matrice. Les lignes de cette matrice représentent les individus « n » sur lesquels sont mesurés des variables quantitatives « p » disposées en colonnes.

➤ Classification Hiérarchique Ascendante (CHA)

Une analyse de classification hiérarchique ascendante a été effectuée pour rassembler les stations d'échantillonnage à partir des paramètres biotiques. Pour cette classification, la distance du Chi-deux a été utilisée et comme critère d'agrégation la méthode de Ward. Cette méthode permettant de regrouper deux classes d'une partition pour obtenir une partition plus

agrégée, notamment à regrouper les classes de façon que l'augmentation de l'inertie interclasse soit maximum. Le résultat est un dendrogramme (arbre de la classification hiérarchique). Elle a été réalisée à l'aide du logiciel Xlstat 2016.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

III-1. Résultats

III-1-1. Analyse spatiale et temporelle des paramètres physico-chimique

III-1-1-1. Analyse spatiale des paramètres physico-chimique

Dans l'ensemble, les paramètres physico-chimiques varient d'une station a une autre à l'exception de la température. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les différentes stations prises deux à deux ($p>0,05$)

➤ Conductivité

La variation spatiale de la conductivité est présentée à la figure 7. Les valeurs de la conductivité ont oscillé d'une station a une autre durant la période d'étude. Les valeurs ont été comprises entre 85,9 $\mu\text{s/cm}$ et 168,20 $\mu\text{s/cm}$ avec une valeur moyenne de la conductivité de 120,03 $\mu\text{S/cm}$. Les valeurs maximales ont été obtenues à la station BYB, tandis que les valeurs minimales ont été noté à la station BB.

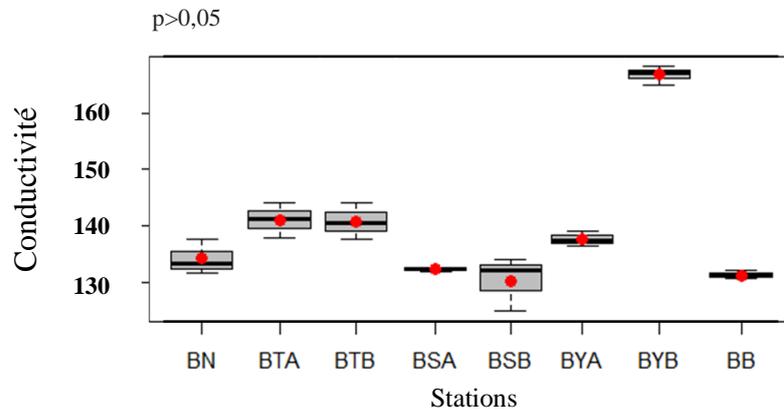


Figure 7: variation spatiale de la conductivité

➤ pH

La variation spatiale du pH est présentée à la figure 8. Les valeurs du pH ont varié d'une station a une autre durant la période d'étude. Les valeurs ont été comprises entre 6,3 et 8,94 avec une valeur moyenne de 7,58. Les valeurs maximales ont été obtenues à la station BN, tandis que les valeurs minimales ont été noté à la station BTA.

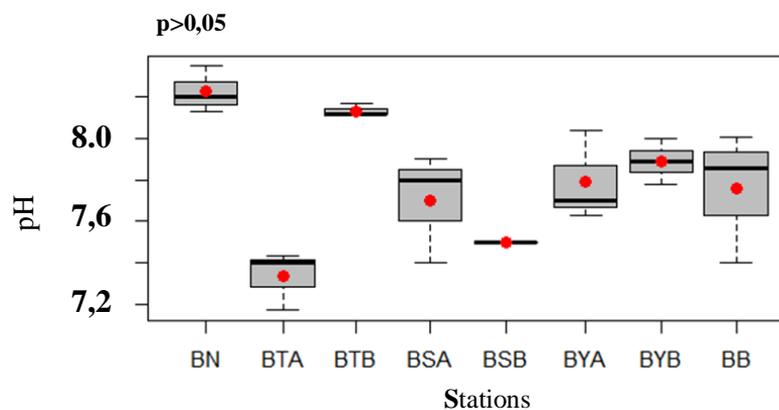


Figure 8: variation spatiale de la conductivité

➤ Température

La variation spatiale de la température est présentée à la figure 9. Les valeurs de la température n'ont quasiment pas varié sur toutes les stations d'étude sauf en BSA où la température varie de 23°C à 26°C contre une variation en 23°C et 25°C pour toutes les autres stations. Une valeur moyenne de 24,06°C pour toutes les stations.

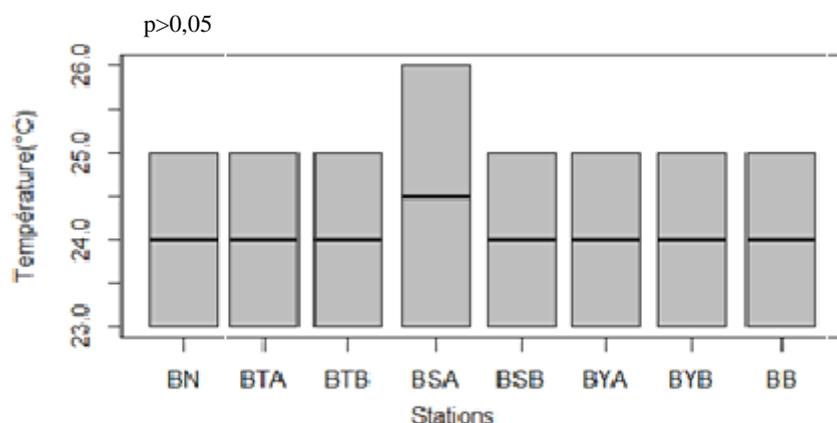


Figure 9: variation spatiale de la température

➤ Turbidité

La variation spatiale de la turbidité est présentée à la figure 10. Les valeurs de la turbidité ont varié d'une station à une autre durant la période d'étude. Les valeurs ont été comprises entre 9,31 ntu et 72,73 ntu avec la valeur moyenne de 37,41 ntu. Les valeurs maximales ont été obtenues à la station BYA, tandis que les valeurs minimales ont été notées à la station BYB,

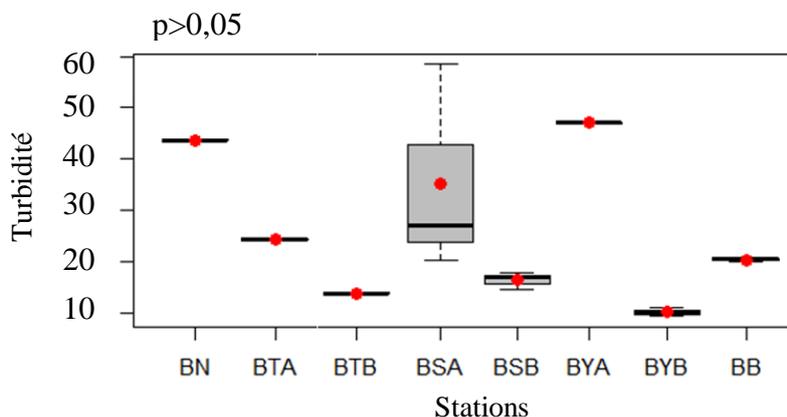


Figure 10: variation spatiale de la turbidité

➤ Oxygène dissous

La variation spatiale de l'oxygène dissous est présentée à la figure 11. Les valeurs de l'oxygène dissous ont oscillé d'une station à une autre durant la période d'étude. Les valeurs ont été comprises entre 1,9 ppm et 33,9 ppm avec une valeur moyenne de 16,65 ppm. Les valeurs maximales ont été obtenues à la station BN, tandis que les valeurs minimales ont été notées à la station BSB.

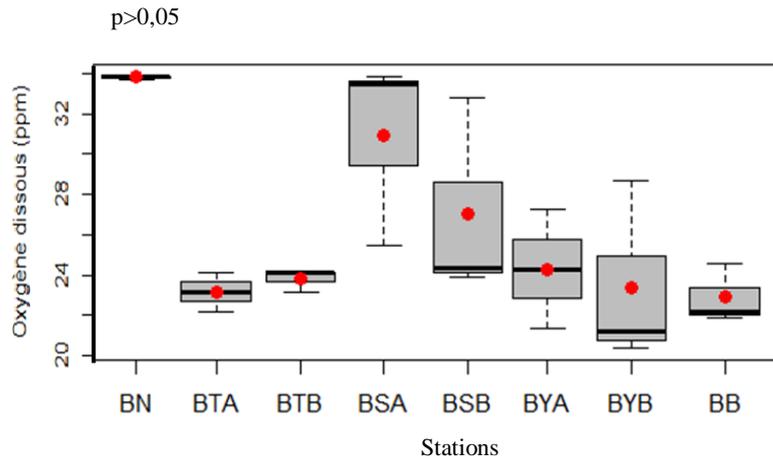


Figure 11: Figure 10: variation spatiale de l'oxygène dissous

III-1-1-2. Analyse temporelle des paramètres physico-chimique

La conductivité

La figure 12 présente la variation spatiale de la conductivité. La saison pluvieuse a été caractérisée par une forte conductivité qui a oscillé entre 124,9 $\mu\text{S/cm}$ et 168,2 $\mu\text{S/cm}$ avec une valeur moyenne de 139,32 $\mu\text{S/cm}$. Par contre la saison sèche a présenté une conductivité relativement faible avec des valeurs oscillant entre 85,9 $\mu\text{S/cm}$ et 113,6 $\mu\text{S/cm}$ avec une moyenne de 100,74 $\mu\text{S/cm}$. Aucune différence significative n'a été observé entre les deux saisons.

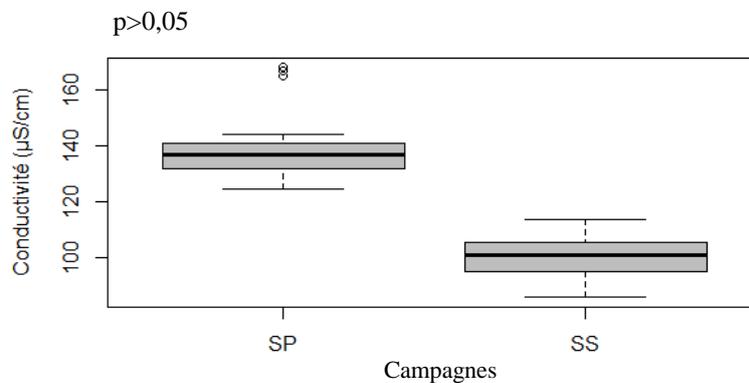


Figure 12: Variation spatiale de la conductivité

➤ Le pH

La figure 13 présente la variation spatiale du pH. Les valeurs de pH ont varié entre 7,16 et 8,23. La saison pluvieuse a été caractérisée par de fortes valeurs qui ont oscillé entre 7,1 et 8,35 avec une valeur moyenne de 7,79. Cependant la saison sèche a présenté un pH moins élevé avec des valeurs oscillant entre 6,3 et 8,94 avec une moyenne de 7,38

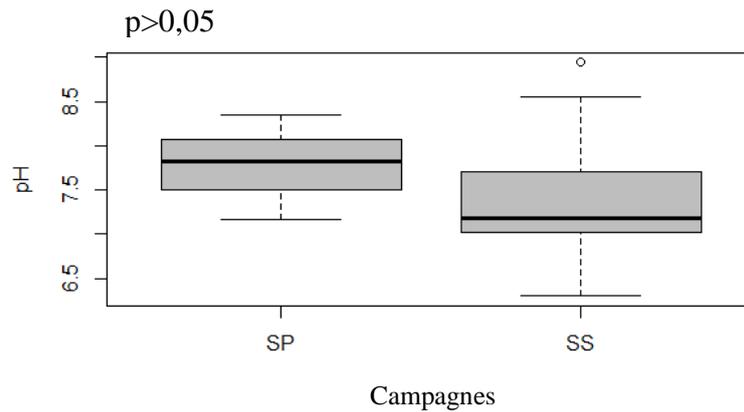


Figure 13: Variation spatiale du pH

➤ Température

La figure 14 présente la variation spatiale de la température. Les valeurs de la température ont varié entre 23 et 25°C. La saison pluvieuse a été caractérisée par une température moyenne de 23°C alors que la saison sèche à présenter une température moyenne de 25 C.

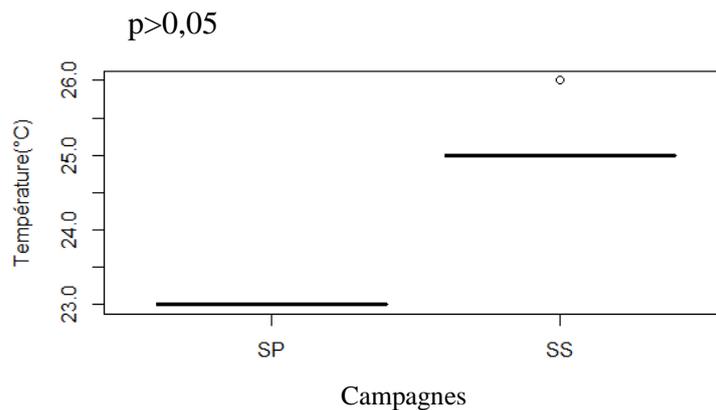


Figure 14: Variation spatiale du température

➤ Oxygène dissous

La figure 15 présente la variation spatiale de l'oxygène dissous. Les valeurs de l'oxygène dissous ont varié entre 2,65 ppm et 33,82 ppm. La saison pluvieuse a été caractérisée par de fortes valeurs qui ont oscillé entre 33,9 ppm et 20,34 ppm avec une valeur moyenne de 26,16ppm. Cependant la saison sèche présente une valeur de l'oxygène dissous moins élevé avec des valeurs oscillant entre 1,9 ppm et 10 ppm avec une moyenne de 7,14 ppm.

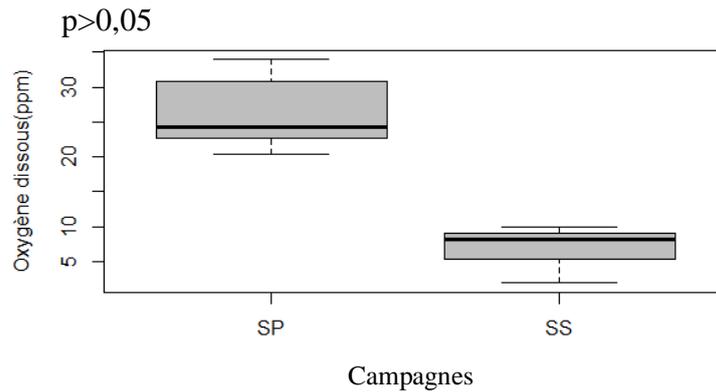


Figure 15: Variation temporelle de l'oxygène dissous

➤ Turbidité

La figure 16 présente la variation spatiale de la turbidité. Les valeurs de la turbidité ont oscillé entre 10,15 ntu et 68,57 ntu. La saison sèche est caractérisée par de fortes valeurs qui oscillent entre 9,31 ppm et 58,4 ppm avec une valeur moyenne de 26,16 ntu. Cependant la saison pluvieuse présente une valeur de la turbidité moins élevée oscillant entre 27,1 ntu et 72,73 ntu avec une moyenne de 48,45 ntu

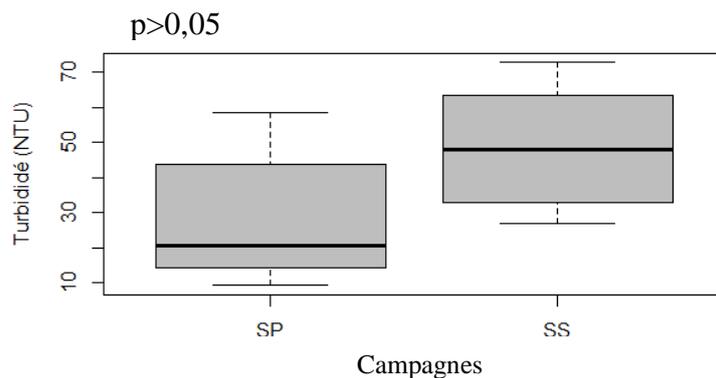


Figure 16: Variation temporelle de la turbidité

III-1-1-3. Typologie des stations

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée (Fig 17A et Fig 17B) à partir des paramètres physico chimiques dans le but de regrouper les stations d'échantillonnage présentant des similarités physiques et chimiques. Cette classification a été effectuée sur la base des valeurs moyennes de chaque variable paramètres physico-chimiques. Les deux premiers axes (Dim 1 et Dim 2) ont exprimé respectivement 34,32% et 26,75% soit 61,07% de l'information contenue dans la matrice des données.

L'axe Dim 1 est corrélé positivement à la température, au pH et à la conductivité et négativement à l'oxygène dissous et à la turbidité. Quant à l'axe Dim 2, une corrélation positive est enregistrée avec la température, le pH et O₂ avec la conductivité. Cet axe est en revanche négativement corrélé à la conductivité et à la turbidité.

Suivant l'axe Dim 1 les stations BTB et BSA ont été caractérisé par des valeurs élevés de pH et de température dans sa partie positive. La partie négative de cet axe est caractérisé par des teneurs élevés en O₂ à la station BN. Suivant l'axe Dim 2 dans sa partie négative les valeurs élevées de Conductivité ont caractérisé les station BB et BYB., la forte turbidité quant à elle caractérise les stations BTA et BYA.

L'analyse de classification hiérarchique (ACH) réalisée à partir des moyennes des paramètres physico-chimique a permis de regrouper les stations présentant des similarités physico-chimiques (Fig 18). Ainsi, quatre groupes de stations, correspondant à différents types de qualités physico-chimiques des eaux, ont été distingués :

- Le groupe I regroupe les stations BTA et BYA caractérisé par la turbidité
- Le groupe II renferme les stations BB, BSB, BTB et BYB caractérisé par la conductivité, le pH et la température.
- Le groupe III est composé de la station BSA caractérisé par la température et le pH
- Le groupe IV est constitué de la station BN caractérisé par l'oxygène dissous.

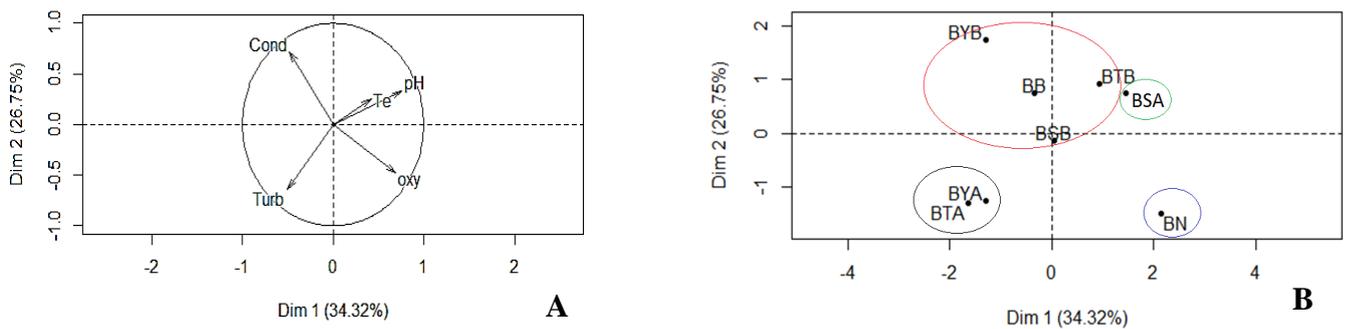


Figure 17: Analyse en composante principale (ACP)

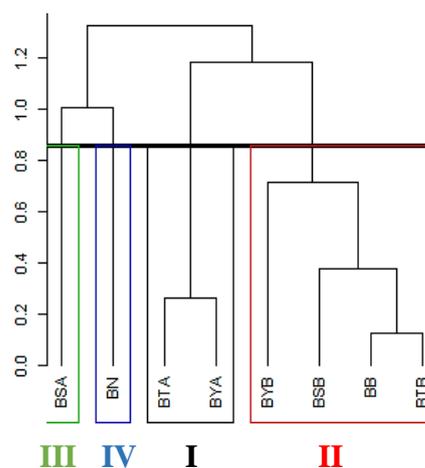


Figure 18: classification Hiérarchique

III-1-2. Composition taxonomique

La communauté de microalgue pélagique et épiphytique de la section du fleuve Bandama de la RFFHB est composée de 101 taxons spécifiques et infra spécifiques répartis en 49 genres 41 familles, 25 ordres, 6 embranchements, (Tableau I). Ces embranchements sont les Euglenophytes constitués de 26 taxons, les Chlorophytes composés de 35 taxons, les Diatomées renfermant 22 taxons, les Cyanobactéries avec 14 taxons, les Pyrrhophytes composés de 3 taxons et les Ochrophytes avec 1 taxon. En termes de nombre d'espèces, les Chlorophytes et les Euglenophytes sont les plus diversifiés. Ces embranchements sont suivis par les Diatomées et les Cyanobactéries.

Ces quatre embranchements renferment 96,03 % des taxons (espèces et variétés) recensés (figure 19).

Parmi les Chlorophytes, les familles des desmidiaceae, des scenedesmaceae, et des hydrodictyaceae sont les plus diversifiées présentant respectivement de 7 taxons, de 6 taxons et de 5 taxons. L'embranchement des Euglenophytes est constitué uniquement des Euglenales comportant la famille des Euglenaceae (18 taxons) et celle des phacaceae (8 taxons). Des 22 taxons de Diatomées répertoriées, 10 taxons appartiennent à l'ordre des naviculales, 4 taxons aux cymbellales. L'embranchement des Cyanobactéries présente une similarité du nombre de taxons de chroococcales, et des oscillatoriales avec 4 taxons, suivit des nostocales avec 3 taxons. L'embranchement des Pyrrhophytes constitué par l'ordre des Peridinales est composé de deux familles constituées par les peridiniaceae (1 taxon) et les proto-peridiniaceae (2 taxons). L'embranchement des Ochrophyta (1 taxons) est l'embranchement le moins diversifié.

Tableau I: Liste des taxons rencontré dans les différentes station d'études et leurs occurrences

ORGA : organismes ; **C**-commun pelagique et epiphytique ; **P**-pelagique ;**E**-epiphytiques

Taxons	ORGA	Amont			Médian		Aval		
		BN	BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB	BB
CHLOROPHYTES									
Chlamydomonadales									
Chlamydomonadales incertae sedis									
<i>Desmatractum indutum</i>	E	-	-	-	**	-	-	-	**
Volvocaceae									
<i>Eudorina elegans</i>	P	-	-	**	-	-	-	-	-
<i>Pandorina morum</i>	C	-	**	-	**	-	-	***	-
<i>Volvox aureus</i>	P	-	-	-	-	**	-	-	-
<i>Volvox</i> sp.	P	-	**	-	-	-	**	-	-
Chlorellales									
Chlorellaceae									

<i>Actinastrum</i> sp.	P	**	**	-	-	-	-	-	-
Oocystaceae									
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	P	-	**	-	**	-	-	-	-
<i>Lagerheimia wratislawiensis</i>	P	-	-	-	-	-	-	-	**
Desmidiiales									
Closteriaceae									
<i>Closterium ehrenbergii</i>	P	-	-	**	-	-	-	-	**
<i>Closterium tortitaenoides</i>	P	**	**	-	-	-	-	-	**
Desmidiaceae									
<i>Cosmarium cf. rectangulare</i>	P	-	-	**	-	-	**	-	-
<i>Cosmarium margaritatum</i>	E	-	-	-	-	**	-	-	**
<i>Cosmarium vexatum</i>	C	-	-	-	**	-	**	**	-
<i>Cosmarium</i> sp.	C	-	-	**	-	**	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp1.	P	-	-	-	**	**	-	-	-
<i>Euastrum platycerum</i>	E	-	-	**	-	-	-	-	-
<i>Micrasterias apiculata</i>	P	-	-	-	**	-	-	-	-
Gonatozygaceae									
<i>Gonatozygon monataenium</i>	P	-	-	-	**	-	-	-	-
Oedogoniales									
Oedogoniaceae									
<i>Oedogonium</i> sp.	C	-	***	**	**	**	***	**	**
Sphaeropleales									
Hydrodictyaceae									
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracilimum</i>	P	-	-	**	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum tetras</i>	C	**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum</i> sp.	P	-	-	-	-	-	***	-	**
<i>Tetraedron</i> sp.	P	**	**	**	-	-	-	-	-
<i>Tetraedron</i> sp1.	P	-	**	-	-	-	-	-	-
Neochloridaceae									
<i>Golenkinia radiata</i>	P	-	-	**	-	-	-	-	-
Scenedesmaceae									
<i>Scenedesmus acutiformis</i>	C	***	-	***	***	**	**	**	**
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	P	**	-	-	**	-	-	-	-
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	E	-	-	-	**	-	**	-	-
<i>Scenedesmus</i> sp.	C	**	**	**	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i> sp1.	C	-	-	**	-	-	**	**	-
<i>Tetrastrum komarekii</i>	C	-	-	-	**	-	**	-	-
Selenastraceae									
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	C	**	-	**	-	-	-	**	-
Treubariaceae									
<i>Treubaria triappendiculata</i>	E	**	-	**	-	-	-	-	-
Zygnematales									
Zygnemataceae									

<i>Spirogyra</i> sp	P	-	**	**	**	**	-	**	-	
<i>Spirogyra</i> sp1	C	**	**	**	**	-	**	-	-	
CYANOBACTERIES										
Chroococcales										
Merismopediaceae										
<i>Merismopedia punctata</i>	P	-	-	-	**	**	-	**	-	
Microcystaceae										
<i>Microcystis aeruginosa</i>	E	***	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Microcystis natans</i>	C	**	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Microcystis panniformis</i>	P	**	**	-	-	**	-	-	-	
Nostocales										
Nostocaceae										
<i>Anabaena flos-aquae</i>	C	**	-	**	**	-	-	**	-	
<i>Anabaena</i> sp.	C	**	**	**	**	***	**	**	-	
<i>Isocystis pallida</i>	C	**	-	**	***	**	-	**	-	
Oscillatoriales										
Gomontiellaceae										
<i>Komvophoron constrictum</i>	C	-	**	**	**	**	-	**	-	
Microcoleaceae										
<i>Arthrospira cf. santannae</i>	E	-	-	-	-	-	**	-	-	
Oscillatoriaceae										
<i>Oscillatoria princeps</i>	C	-	**	**	-	-	**	**	-	
<i>Phormidium articulatum</i>	P	**	-	-	-	**	**	-	**	
Spirulinales										
Spirulinaceae										
<i>Spirulina</i> sp.	P	-	**	-	-	-	-	-	-	
Synechococcales										
Leptolyngbyaceae										
<i>Planktolyngbya contorta</i>	E	-	**	-	**	-	-	-	-	
Pseudanabaenaceae										
<i>Pseudanabaena</i> sp.	C	-	-	***	-	**	-	-	-	
DIATOMES										
Aulacoseirales										
Aulacoseiraceae										
<i>Aulacoseira granulata</i>	C	***	**	***	***	**	**	**	**	
Coccinodiscales										
Coccinodiscaceae										
<i>Coccinodiscus</i> sp.	E	-	-	-	-	-	***	-	**	
Cymbellales										
Gomphonemataceae										
<i>Encyonema silesiacum</i>	C	-	**	**	**	***	**	**	-	
<i>Gomphonema augur</i>	C	**	**	**	**	-	-	-	**	
<i>Gomphonema olivaceum</i>	C	**	**	**	-	-	**	-	-	
<i>Gomphonema</i> sp.	C	-	-	-	**	**	-	-	-	

Eunotiales										
Eunotiaceae										
	<i>Eunotia exigua</i>	P	-	-	-	-	-	***	-	-
	<i>Eunotia minor</i>	C	**	***	***	**	-	**	**	**
Licmophorales										
Ulnariaceae										
	<i>Ulnaria ulna</i>	C	**	-	-	-	**	-	-	-
Naviculales										
Naviculaceae										
	<i>Gyrosigma</i> sp.	C	-	***	***	***	***	***	***	***
	<i>Navicula gregaria</i>	C	**	-	-	**	-	-	-	-
	<i>Navicula</i> sp.	C	**	***	***	***	**	**	**	**
Neidiaceae										
	<i>Neidium</i> sp.	C	-	**	**	**	**	**	-	-
Pinnulariaceae										
	<i>Pinnularia interrupta</i>	C	**	***	**	-	**	-	-	-
	<i>Pinnularia</i> sp.	C	-	-	**	-	**	-	-	-
Sellaphoraceae										
	<i>Sellaphora blackfordensis</i>	C	**	***	***	-	**	-	-	-
	<i>Sellaphora pupula</i>	C	-	**	***	-	-	-	-	-
Stauroneidaceae										
	<i>Craticula</i> sp.	E	-	-	-	-	**	-	-	-
	<i>Stauroneis anceps</i>	C	-	**	**	**	**	-	***	**
Surirellales										
Surirellaceae										
	<i>Surirella ovalis</i>	C	-	***	**	-	**	-	-	**
	<i>Surirella</i> sp.	P	-	**	-	-	-	-	-	-
Thalassiophysales										
Catenulaceae										
	<i>Amphora ovalis</i>	C	**	**	-	**	**	-	**	-
EUGLENOPHYTES										
Euglenales										
Euglenaceae										
	<i>Euglena</i> sp.	E	-	-	***	**	-	**	-	-
	<i>Euglena</i> sp1.	E	-	-	-	-	**	**	**	**
	<i>Strombomonas acuminata</i>	C	-	-	**	***	-	-	-	-
	<i>Strombomonas gibberosa</i>	P	-	-	-	**	-	-	-	-
	<i>Strombonomas</i> sp.	P	-	-	**	-	-	**	-	**
	<i>Strombomonas</i> sp1.	C	**	-	-	-	**	-	-	-
	<i>Strombonomas</i> sp2.	C	-	**	-	-	-	-	-	-
	<i>Strombonomas</i> sp3.	C	-	-	-	**	-	-	-	-
	<i>Strombonomas</i> sp4.	P	-	-	-	-	-	-	**	-
	<i>trachelomonas abrupta</i>	E	-	-	-	**	**	-	**	-
	<i>trachelomonas armata</i>	E	-	-	-	-	-	-	**	-

<i>Trachelomonas australica</i>	E	**	-	-	-	-	-	**	-
<i>Trachelomonas bacillifera</i>	C	**	-	-	-	**	**	-	**
<i>Trachelomonas curta</i>	P	-	-	-	-	-	-	***	-
<i>Trachelomonas granulosa</i>	C	**	-	-	-	**	-	**	-
<i>Trachelomonas oblonga</i>	C	-	**	**	**	**	-	**	-
<i>Trachelomonas volvocina</i>	C	-	-	-	**	**	-	**	**
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	C	-	**	-	-	-	**	-	-
Phacaceae									
<i>Lepocinclis acus</i>	C	**	**	***	***	-	-	**	**
<i>Lepocinclis caudata</i>	C	**	-	**	**	**	**	**	-
<i>Lepocinclis oxyuris</i>	C	-	-	**	**	**	**	**	-
<i>Lepocinclis</i> sp.	P	-	-	-	-	-	-	**	-
<i>Phacus acuminatus</i>	P	-	-	-	-	-	-	**	-
<i>Phacus ranula</i>	P	**	**	**	-	-	-	-	-
<i>Phacus suecicus</i>	C	-	-	-	-	-	-	**	-
<i>Phacus</i> sp.	C	-	**	**	**	**	-	**	-
PYRRHOPHYTES									
Peridinales									
Peridiniaceae									
<i>Peridinium cinctum</i>	C	-	-	-	**	**	-	-	-
Protoperidiniaceae									
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	C	-	-	**	-	**	-	-	-
<i>Protoperidinium</i> sp.	C	-	**	**	**	**	**	-	-
OCHROPHYTES									
Mischococcales									
Centrtractaceae									
<i>Centrtractus belonophorus</i>	P	-	-	-	**	-	-	-	-
TOTAL	101	34	39	47	45	41	31	36	22

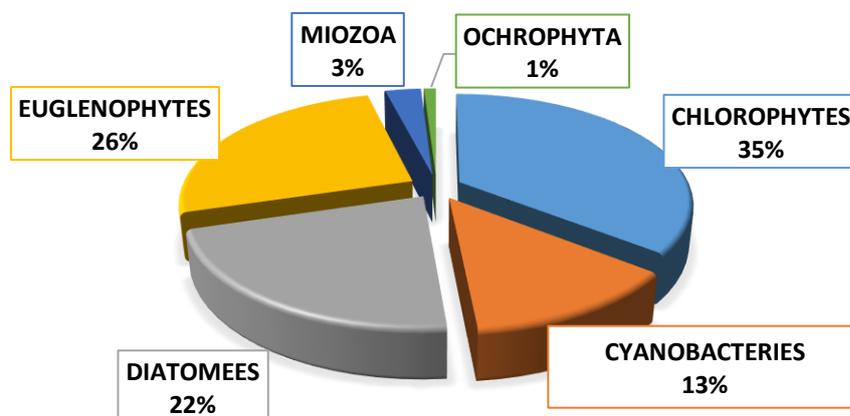


Figure 19: Répartition des Embranchement de microalgues

III-1-2-1. Composition spatiale des organismes

III-1-2-1-1. Communauté pélagique

La représentation spatiale du pourcentage de contribution des embranchements est indiquée à la figure 20. Au totale ce sont 86 taxons issus de 6 embranchements qui ont été identifié. L'embranchement le plus diversifié est celui des Chlorophytes avec 30 taxons suivit de l'embranchement des Euglenophytes et de Diatomées avec respectivement 21 et 20 taxons puis l'embranchement des Cyanobactéries avec 11 taxons. Les moins diversifié ont été représenté par l'embranchement des Pyrrophytes et des Ochrophytes avec respectivement 3 et 1 taxons.

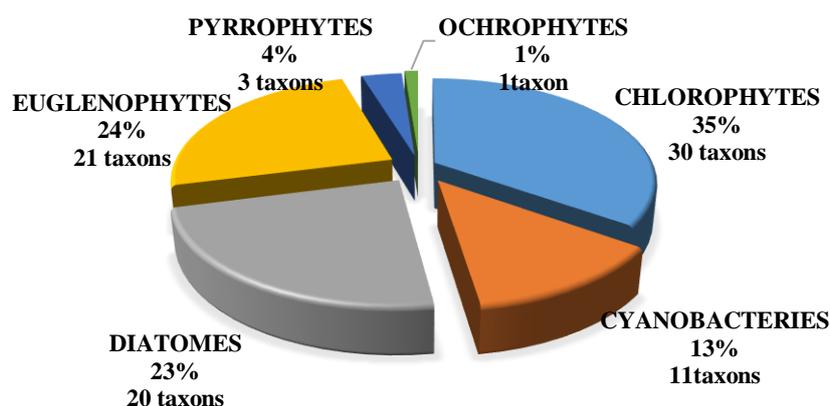


Figure 20: Répartition des taxons pélagiques

Les stations les plus diversifiées sont BTB, BSA, BTA avec respectivement 18%, 17% et 16%. Suivit de BYB (13%), BN (11%), BSB (10%) et BYA (9%) (Figure 21). La station BB est apparue la moins diversifiée avec 6%. Aucun taxon accidentel n'a été recensé dans les stations d'étude. (Tableau 2).

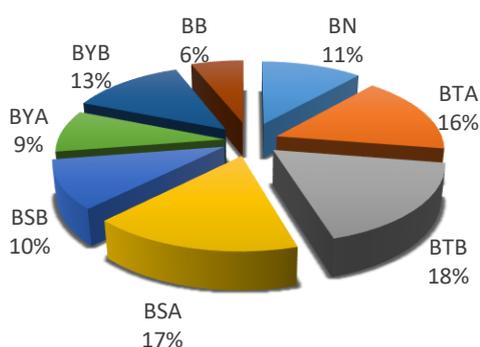


Figure 21: Répartition par stations

Tableau II: Occurrence des taxons

	Occurrence		
	T. Constants	T. Accessoires	T. accidentels
BN	2	29	0
BTA	7	31	0
BTB	9	35	0
BSA	7	33	0
BSB	3	34	0
BYA	4	22	0
BYB	4	28	0
BB	1	17	0

III-1-3-2. Communauté épiphytique

La représentation spatiale du pourcentage de contribution des embranchements est indiquée à la figure 22. Au totale ce sont 68 taxons issus de 5 embranchements qui ont été identifié. L'embranchement le plus diversifié est celui des Diatomées avec 20 taxons suivit des

Chlorophytes et des Euglenophytes qui présente chacun 17 taxons puis l'embranchement des Cyanobactéries avec 9 taxons. Les moins diversifié ont été représenté par l'embranchement des Pyrrophytes avec 3 taxons.

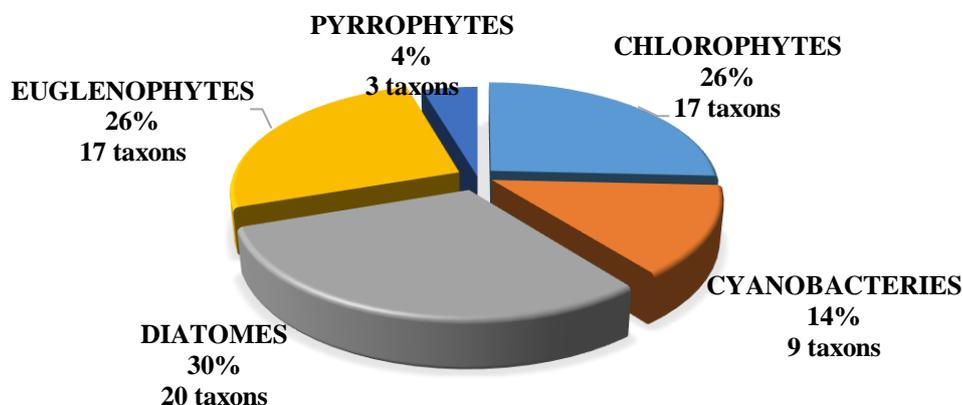
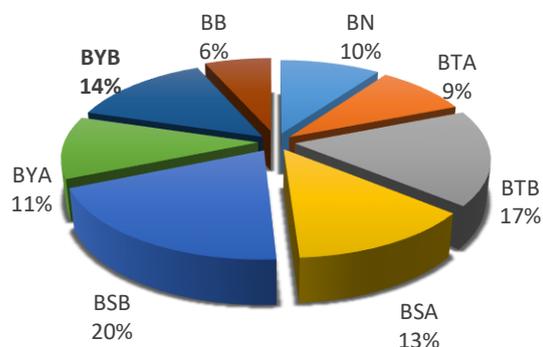


Figure 22 : Répartition des taxons epiphytiques

Les stations les plus diversifiées sont BSB (20%) et BTB (17%). Suit de BYB, BSA, BYA. BN et BTA avec respectivement 14%, 13%, 11%, 10% et 9% (Figure 23). La station BB est apparue la moins diversifiée avec 6%. Aucun taxon accidentel n'a été recensé dans les stations d'étude (Tableau 3).

Tableau III : Occurrence des taxons



	Occurrence		
	T. Constants	T. Accessoires	T. accidentels
BN	3	24	0
BTA	7	21	0
BTB	10	29	0
BSA	7	29	0
BSB	3	32	0
BYA	3	22	0
BYB	3	27	0
BB	1	15	0

Figure 23: Répartition par stations

III-1-2-2. Composition temporelle des organismes

III-1-2-2-1. Communauté pélagique

La représentation temporelle du nombre de taxons rencontrés dans la communauté pélagique (Fig 24) présente une diversité plus accentuée au niveau de la campagne SP que de la campagne SS. La contribution des embranchements est indiquée à la figure 25. Au total ce sont 71 taxons issus de 6 embranchements qui ont été identifiés pour la campagne SP et 53 taxons issus de 5 embranchements identifiés pour la campagne SS. L'embranchement le plus diversifié pour la campagne SP est celui des Chlorophytes avec 24 taxons et le moins diversifié est celui des

Oochrophytes avec 1 taxons. Tandis que pour la campagne SS nous avons une dominance en diversité de l'embranchement des Diatomées avec 18 taxons, alors que l'embranchement le moins diversifié est celui des Pyrrophytes avec 1 taxons.

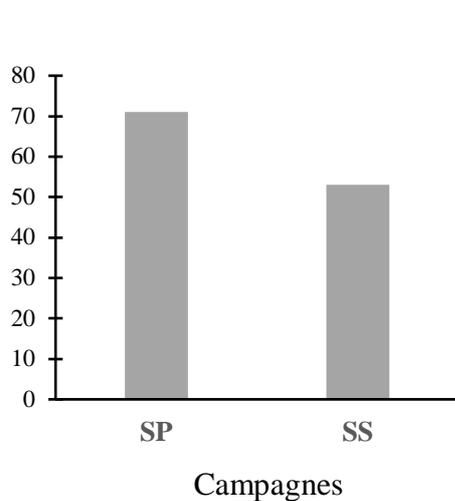


Figure 25: répartition par campagne

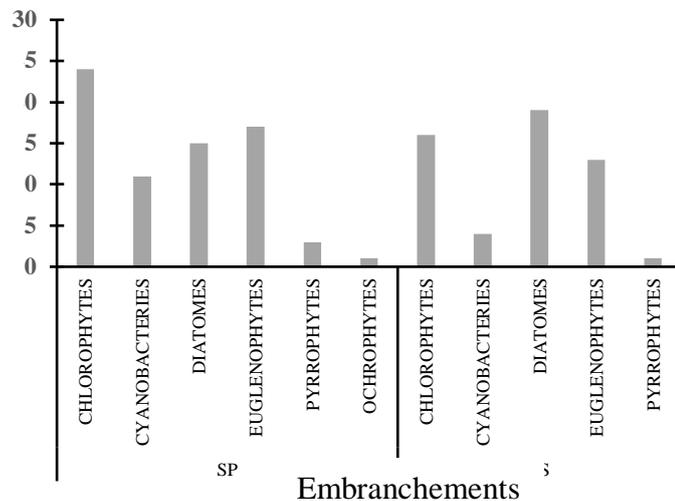


Figure 24: Répartition par embranchement

III-1-2-2-2. Communauté épiphytique

La représentation temporelle du nombre de taxons rencontré dans la communauté épiphytique (Fig 26) présente une diversité plus accentué au niveau de la campagne SP que de la campagne SS. La contribution des embranchements est indiquée à la figure 27. Au totale ce sont 53 taxons issus de 5 embranchements qui ont été identifié pour la campagne SP et 37 taxons issus de 4 embranchements identifié pour la campagne SS. Les embranchements les plus diversifiés pour la campagne SP sont les Chlorophytes, les Euglenophytes et les Diatomées avec respectivement 15 taxons, 14 taxons et 13 taxons, l'embranchement le moins diversifié est celui des Pyrrophytes avec 3 taxons. Tandis que pour la campagne SS nous avons l'embranchement des Diatomées qui est la mieux diversifié avec 15 taxons et l'embranchement le moins diversifié est celui des Cyanobacteries avec 4 taxons.

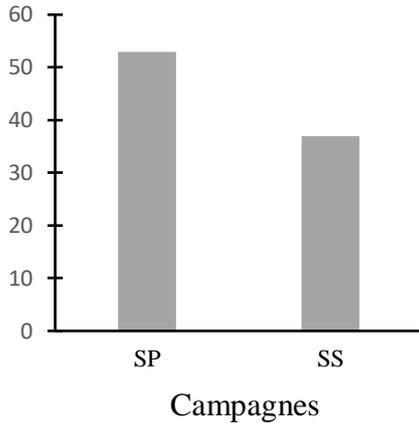


Figure 27: Répartition par campagne

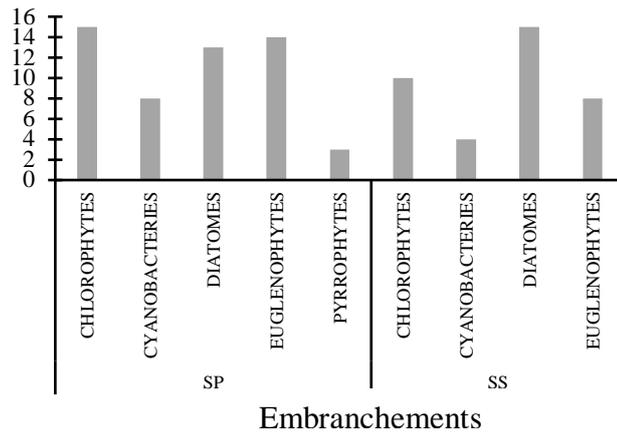


Figure 26: Répartition par embranchement

III-1-3. Dynamique spatiale et temporelle de l'abondance

III-1-3-1. Distribution spatiale de la densité

III-1-3-1-1. Communauté pélagique

Une représentation spatiale de la densité des communautés pélagiques par station (Fig 28) présente une variation oscillatoire. Ainsi la station BN présente la densité la plus élevée avec 149,51 ind/ml suivit de BSA avec une densité de 122,16 ind/ml ? les plus faibles valeurs ont été noté à la station BB avec une densité de 20,06 ind/ml.

Un total de 9 taxons dominants reparties en 4 embranchement ont été recensé pendant la période d'étude dans les différentes stations (Tableau 4). Les embranchements sont les Cyanobactéries et les Diatomées représenté respectivement par 3 taxons, les Euglenophytes comportant 2 taxons et les Chlorophytes avec 1 taxons. Les taxons dominants ont respectivement été récoltés dans le cours médian a la station BSA et en amont a la station BN. Ce sont les Cyanobacteries *Anabaena* sp.(78,4 ind/ml soit 12,17%) pour la station BSA. Les espèces *Microcystis natans* (48,62 ind/ml soit 7,55%) et *Anabaena flos-aquae* (44,37 ind/ml soit 6,89) pour la station BN.

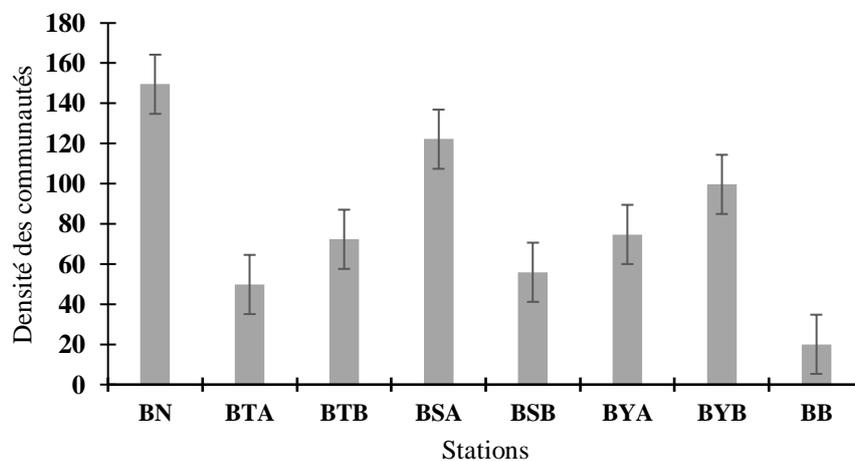


Figure 28: Répartition des densités

Tableau IV: Taxons majoritaires dans le milieu

TAXONS	Amont		Médian				Aval			
	BN		BSA		BSB		BYA		BYB	
	Densité	Taux								
CHLOROPHYTES										
<i>Scenedesmus acutiformis</i>	25,53	4								
CYANOBACTERIES										
<i>Anabaena</i> sp.			78,4	12,2						
<i>Microcystis natans</i>	48,62	7,6								
<i>Anabaena flos-aquae</i>	44,37	6,9								
DIATOMEES										
<i>Aulacoseira granulata</i>			34,64	5,38						
<i>Gyrosigma</i> sp.					27,35	4,3				
<i>Navicula</i> sp.	21,27	3,3								
EUGLENOPHYTES										
<i>Lepocinclis caudata</i>							32,82	5,1		
<i>Lepocinclis acus</i>									21,27	3,3

III-1-5-1-2. Communautés épiphytique

Une représentation spatiale de la densité des communautés épiphytiques par station (Fig 29) présente une variation hyperbolique. Ainsi la station BSB présente la densité la plus élevée avec 1008,86 ind/ml. Les plus faibles valeurs de densité ont été noté à la station BB avec une densité de 145,86 ind/ml.

Un total de 10 taxons dominants repartis en 5 embranchements ont été recensé pendant la période d'étude dans les différentes stations (tableau 5). Ces embranchements sont les Diatomées représenté par 3 taxons suivit des Euglenophytes, des Pyrophytes et des Cyanobactéries comportant respectivement 2 taxons et les Chlorophytes avec 1 taxons. Les taxons dominants ont respectivement été récoltés dans le cours médian aux stations BSB et BSA et en aval avec BYA. Ce sont les Pyrophytes *Protoperidinium* sp. (261,33 ind/ml soit 8,19%) pour la station BSB. Les Diatomées *Gyrosigma* sp. (224 ind/ml soit 7,04%) pour la station BSA et Les Cyanobacteries *Anabaena* sp (230,94 ind/ml soit 7,23) pour la station BYA.

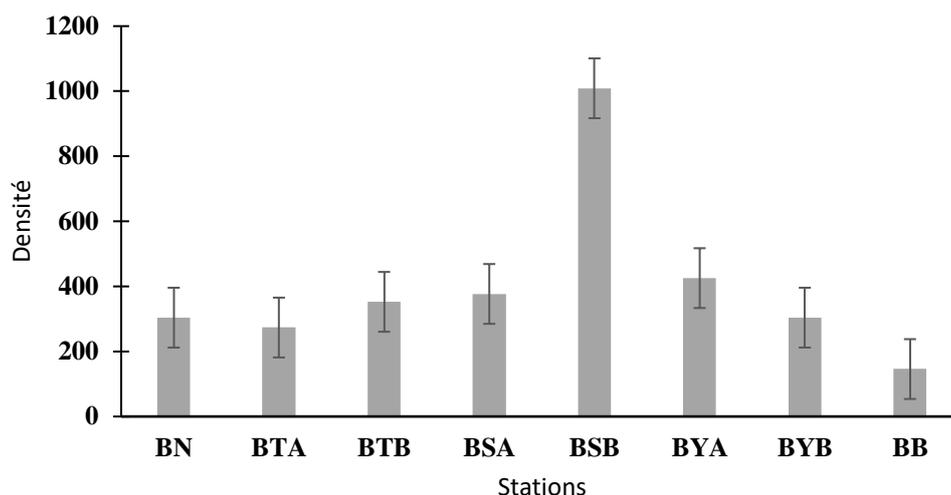


Figure 29: Répartition des densités

Tableau V: Taxons majoritaire du milieu

TAXONS	Amont						Médian				Aval	
	BN		BTA		BTB		BSA		BSB		BYA	
	Densité	Taux										
CHLOROPHYTES												
<i>Oedogonium sp.</i>			164,09	5,14								
CYANOBACTERIES												
<i>Anabaena sp.</i>											230,9	7,23
<i>Isocystis pallida</i>									121,6	3,8		
DIATOMEES												
<i>Aulacoseira granulata</i>	97,24	3										
<i>Gyrosigma sp.</i>							224,9	7				
<i>Navicula sp.</i>					121,55	3,8						
EUGLENOPHYTES												
<i>Lepocinclis oxyuris</i>											212,7	6,66
<i>Trachelomonas bacillifera</i>							109,4	3,4				
PYRROPHYTES												
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>									145,9	4,6		
<i>Protoperidinium sp.</i>									261,3	8,2		

III-1-3-2. Distribution temporelle de la densité

III-1-3-2-1. Communauté pélagique

La variation temporelle de la densité des communautés pélagique par campagne (Fig 30) montre une densité globalement plus élevée en SP contre une densité relativement faible en SS

Un total de 14 taxons dominants réparties en 4 embranchement ont été recensé pendant les périodes d'étude (tableau 6). Ces embranchements sont les Cyanobactéries avec 5 taxons, les Euglenophytes avec 4 taxons, Les Diatomées et les Chlorophytes comportant respectivement 2 taxons. Les taxons dominant de la SP sont de l'embranchement des Cyanobacteries et ce sont *Anabaema* sp., *Microcystis natans*, *Anabaema flos-aquae*. Avec respectivement 76,5 ind/ml soit 15,93%, 48,62 ind/ml soit 19,11% et 44,36 ind/ml soit 9,22%. Les taxons dominant de la SS sont de l'embranchement des Diatomées avec *Gyrosigma* sp. qui a une densité de 16,4 ind/ml soit 10% et de l'embranchement des Chlorophytes avec *Scenedesmus acutiformis* qui a pour densité de 15,8 ind/ml soit 9,66%.

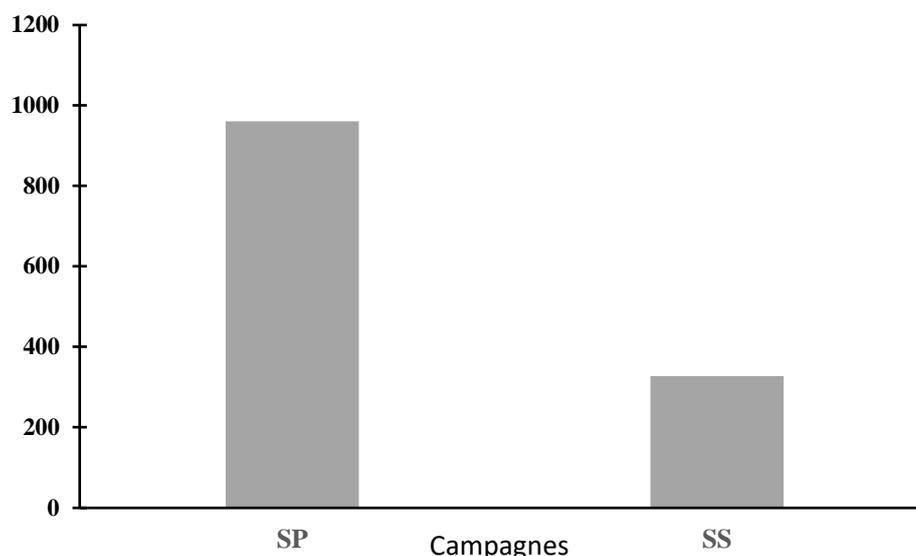


Figure 30: Répartition des densités

Tableau VI : Taxons dominants

TAXONS	SP		SS	
	Densité	Taux	Densité	Taux
CHLOROPHYTES				
<i>Crucigeniella rectangularis</i>			6,68	4,08
<i>Scenedesmus acutiformis</i>			15,8	9,66
CYANOBACTERIES				
<i>Anabaena flos-aquae</i>	44,36	9,22		
<i>Anabaena</i> sp.	76,57	15,93		
<i>Merismopedia punctata</i>	14,58	3,03		
<i>Microcystis natans</i>	48,62	10,11		
<i>Phormidium articulatum</i>			6,07	3,71
DIATOMEES				
<i>Aulacoseira granulata</i>	24,91	5,18	9,72	5,94

<i>Gyrosigma</i> sp.			16,4	10
<i>Navicula</i> sp.			10,93	6,69
EUGLENOPHYTES				
<i>Lepocinclis acus</i>			7,9	4,83
<i>Lepocinclis caudata</i>	32,81	6,82		
<i>Lepocinclis oxyuris</i>	17,62	3,66		
<i>Strombomonas</i> sp.1			7,29	4,46

III-1-3-2-2. Communauté épiphytique

La variation temporelle de la densité des communautés épiphytique par campagne (Fig 31) montre une densité élevée en SP contre une densité faible en SS

Un total de 20 taxons dominants réparties en 5 embranchements ont été recensé pendant les périodes d'étude (tableau 7). Ces embranchements sont les Diatomées avec 8 taxons, les Euglenophytes avec 5 taxons, Les Cyanobacteries avec 4 taxons, les Pyrophytes avec 2 taxons et les Chlorophytes avec 1 taxon. Les taxons dominant de la SP sont de l'embranchement des Diatomées avec *Gyrosigma* sp. qui présente une densité de 176,24 ind/ml soit 18,47% et de l'embranchement des Euglenophytes avec *Trachelomonas abrupta* qui présente une densité de 97,24 ind/ml soit 10,19% Les taxons dominant de la SS sont de l'embranchement des Pyrophytes avec *Protopteridinium* sp. qui a une densité de 261,33 ind/ml soit 11,68% et de l'embranchement des Cyanobacteries avec *Anabaena* sp. qui a pour densité de 230,94 ind/ml soit 10,32%.

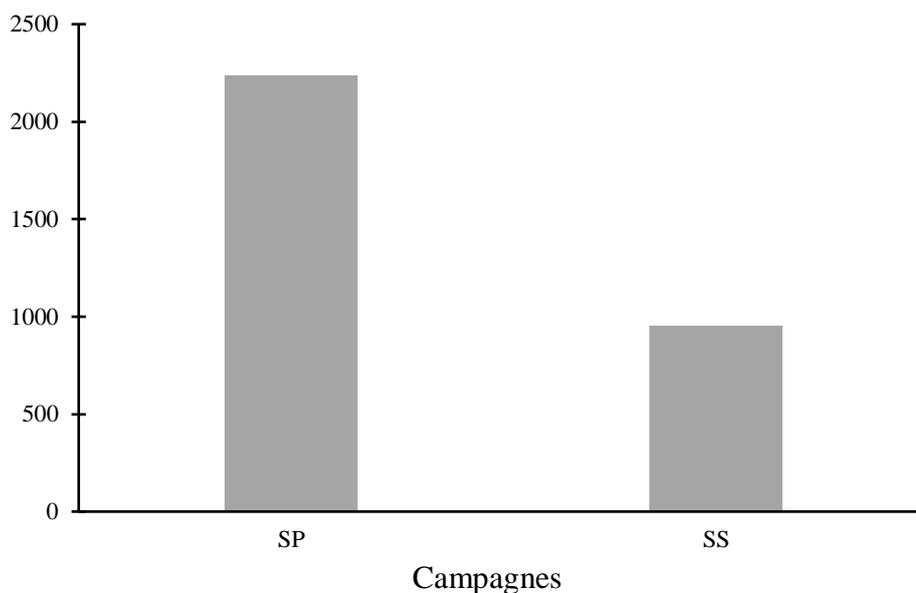


Figure 31 : répartition des densités

Tableau VII : Taxons dominants

TAXONS	SP		SS	
	Densité	Taux	Densité	Taux
CHLOROPHYTES				
<i>Oedogonium</i> sp.			139,78	6,25
CYANOBACTERIES				
<i>Anabaena flos-aquae</i>			91,16	4,07
<i>Anabaena</i> sp.			230,94	10,32
<i>Isocystis pallida</i>			121,55	5,43
<i>Komvophoron constrictum</i>	30,38	3,18		
DIATOMEES				
<i>Aulacoseira granulata</i>			85,08	3,8
<i>Eunotia minor</i>	30,38	3,18		
<i>Gomphonema augur</i>	30,38	3,18		
<i>Gomphonema</i> sp.	48,62	5,09		
<i>Gyrosigma</i> sp.	176,24	18,47		
<i>Navicula</i> sp.	85,08	8,91		
<i>Pinnularia interrupta</i>	30,38	3,18		
<i>Surirella ovalis</i>	36,46	3,82		
EUGLENOPHYTES				
<i>Euglena</i> sp.	36,46	3,82		
<i>Lepocinclis caudata</i>			79	3,53
<i>Lepocinclis oxyuris</i>			212,71	9,51
<i>Trachelomonas abrupta</i>	97,24	10,19		
<i>Trachelomonas australica</i>	42,54	4,45		
PYRRROPHYTES				
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>			145,86	6,52
<i>Protoperidinium</i> sp.			261,33	11,68

III-1-4. Typologie des stations

➤ Microalgues pélagiques

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée (Fig 32A et Fig 32B) à partir des densités des communautés de taxons pélagique dans le but de regrouper les stations en fonction de leurs similarités biotiques. Cette classification a été effectuée sur la base des valeurs moyennes de la densité de chaque taxon. Les deux premiers axes (F1 et F2) ont exprimé respectivement 41,07% et 22,46% soit 65,53% de l'information contenue dans la matrice des données.

L'axe F1 est corrélé positivement à la AUGP, ANSP, SCAC, MINA, ANFL, NASP et LEAC et négativement à GYSP et LECA. Quant à l'axe F2, une corrélation positive est enregistrée

avec AUGR, ANSP, SCAC et GYSP. Cet axe est en revanche négativement corrélé à LECA, LEAC, NASP, ANFL et MINA.

Suivant l'axe F1 la station BSA est caractérisé par les espèces AUGR et ANSP, la station BTB et BYB sont caractérisé par LEAC et les espèces MINA, ANFL et NASP caractérise la station BN. Suivant l'axe F2 dans sa partie négative les station BYA et BTA sont caractérisé par LECA et dans la partie positive GYSP caractérise la station BSB.

L'analyse de classification hiérarchique (ACH) réalisée à partir des moyennes des densités a permis de regrouper les stations présentant des similarités physico-chimiques (Fig 33). Ainsi, trois groupes de stations, correspondant à différents types de caractérisation biotique des stations, ont été distingués :

- Le groupe I regroupe les stations BTA, BYA BB, BSB, BTB et BYB sont caractérisées par LEAC, LECA et GYSP.
- Le groupe II est composé de la station BSA caractérisé par AUGP et ANSP.
- Le groupe III est constitué de la station BN caractérisé par SCAC, MINA, ANFL et NASP

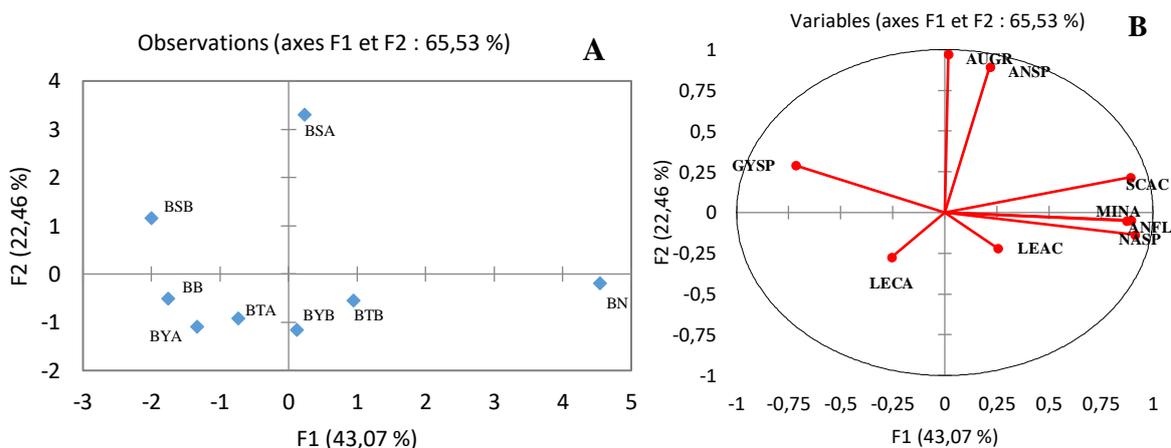


Figure 32: Analyse en composante principale

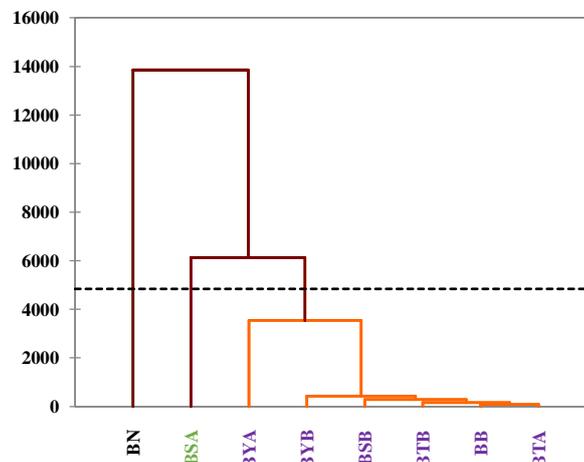


Figure 33: Classification hiérarchique

➤ Microalgues épiphytique

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée (Fig 33A et Fig 33B) à partir des densités des communautés de taxons épiphytiques dans le but de regrouper les stations en fonction de leurs similarités biotiques. Cette classification a été effectuée sur la base des valeurs moyennes de la densité de chaque taxon. Les deux premiers axes (F1 et F2) ont exprimé respectivement 39,99% et 22,90% soit 62,89% de l'information contenue dans la matrice des données.

L'axe F1 est corrélé positivement à LEOX, PRSP, PRQU, ISPA, GYSP et TRAB et négativement à ANSP, NASP et OESP. Quant à l'axe F2, une corrélation positive est enregistrée avec LEOX et ANSP, Cet axe est en revanche négativement corrélé à ISPA, GYSP, TRAB, OESP et NASP.

Suivant l'axe F1 la station BSB est caractérisé par les espèces PRQU, PRSP. Suivant l'axe F2 dans sa partie négative les station BTB et BB sont caractérisé par NASP et OESP et dans la partie positive ANSP caractérise la station BYA.

L'analyse de classification hiérarchique (ACH) réalisée à partir des moyennes des densités a permis de regrouper les stations présentant des similarités physico-chimiques (Fig 34). Ainsi, trois groupes de stations, correspondant à différents types de caractérisation biotique des stations, ont été distingués :

Le groupe I regroupe les stations BTA, BN BB, BSA, BTB et BYB sont caractérisé par NASP et OESP

Le groupe II est composé de la station BYA caractérisé par ANSP

Le groupe III est constitué de la station BSB caractérisé par PRQU, PRSP et ISPA

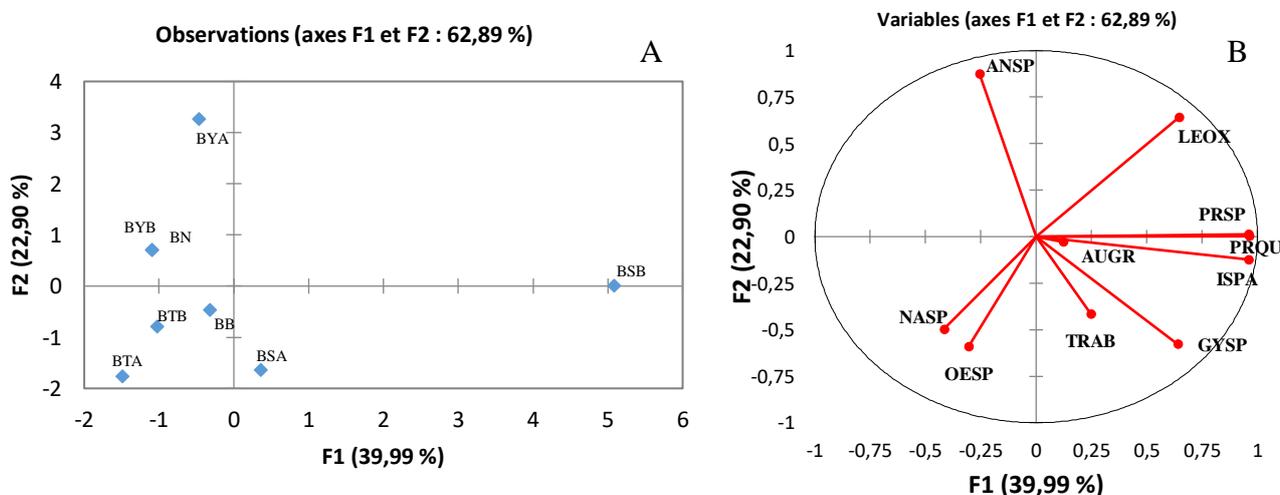


Figure 34: Analyse en composante principale

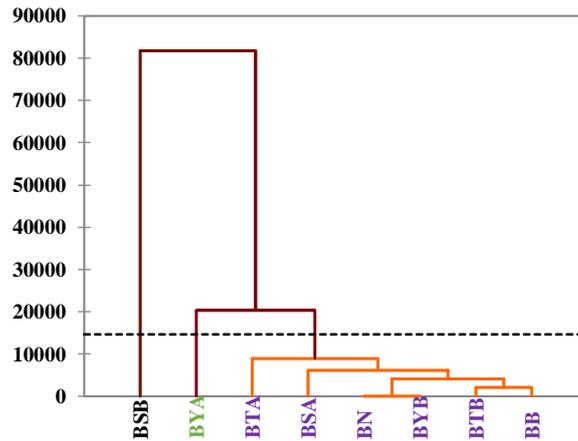


Figure 35: Classification hiérarchique

III-1-5-5. Variation de la diversité

III-1-5-5-1. Variation spatiale

➤ Communauté pélagique

La diversité et l'équitabilité de la communauté pélagique (Fig 36) présentent une tendance d'évolution similaire. Concernant l'indice de Shannon, les valeurs ont oscillé entre 2,01 et 3,4. La valeur la plus élevée a été obtenue dans la station BTB et la valeur la plus basse a été obtenue dans la station BYA. En ce qui concerne l'équitabilité, les valeurs ont varié entre 0,62 et 0,93. La valeur la plus élevée a été enregistrée en BTA et BTB et les valeurs les plus basses ont été observées en BYA.

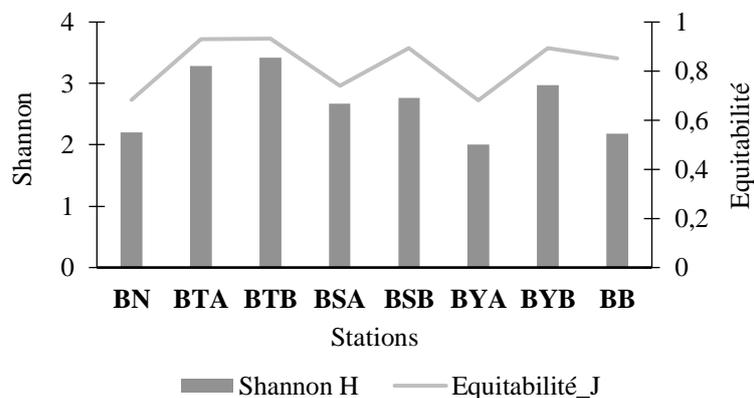


Figure 36: Variation de la diversité spatiale de phytoplancton pélagique

➤ Communauté épiphytique

La diversité et l'équitabilité de la communauté épiphytique (Fig 37) ont très peu varié d'une station à l'autre. Concernant l'indice de Shannon, les valeurs ont oscillé entre 2,02 et 3,04. La valeur la plus élevée a été obtenue dans la station BTB et la valeur la plus basse a été obtenue dans la station BB. En ce qui concerne l'équitabilité, les valeurs ont varié entre 0,68 et 0,93. La

valeur la plus élevée a été enregistrée en BTB et les valeurs les plus basses ont été observées en BYA.

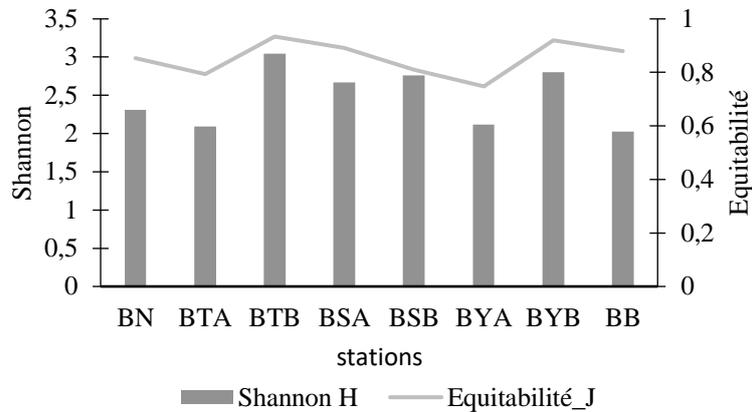


Figure 37 : Variation de la diversité spatiale des microalgues épiphytiques

III-1-5-5-2. Variation Temporelle

➤ Communauté pélagique

La diversité de Shannon et l'équitabilité de la communauté pélagique présentent une tendance d'évolution inversée. Concernant l'indice de Shannon, la plus forte valeur est de 3,417 observée en SP contre la plus petite est de 3,402 en SS. Pour l'équitabilité, la plus forte valeur est de 0,87 en SS contre 0,8 en SP.

Tableau VIII: Variation de la diversité temporelle pélagique

	SP	SS
Shannon_H	3,417	3,402
Équitabilité_J	0,8044	0,8741

➤ Communauté épiphytique

L'étude de la communauté épiphytique nous montre deux indices évoluant faiblement et de manière opposée par saison. Pour SP une valeur maximale de Shannon de 3,41 a été trouvée contre une valeur minimale de 0,804 pour l'équitabilité. Pour SS par contre, une valeur minimale de 3,40 a été déterminée pour Shannon et une valeur maximale de 0,87 découverte pour l'équitabilité.

Tableau IX Variation de la diversité temporelle pélagique

	SP	SS
Shannon_H	3,307	3,119
Equitabilité_J	0,8368	0,8638

III-1-6. Déterminisme des taxons abondants dans les deux communautés.

Dans l'optique de mettre en évidence les paramètres physico-chimiques influençant la répartition des taxons dominants dans les deux communautés, une ACP a été réalisée (Fig 17,32,34)

Pour les taxons pélagiques, suivant l'axe F1 dans sa partie positive l'espèce SCAC a été influencé par les valeurs élevées de la température et de pH à la station BSA. En revanche, la partie négative a été caractérisée par l'influence de la turbidité sur l'espèce LECA dans les stations BYA et BTA, En outre une forte influence de l'oxygène dissous a été noté sur la distribution de l'espèce LEAC dans la station BN. Suivant l'axe F2 la conductivité a peu influencé la répartition des taxons AUGP et ANSP dans la station BYB.

Les taxons épiphytiques, présente selon l'axe F1 dans sa partie positive les espèces PRQU, PRSP et ISPA qui ont été influencé par les valeurs élevées de l'oxygène dissous à la station BSB. En revanche sur l'axe 2 dans la partie positive les fortes valeurs de la conductivité ont influencé l'espèce ANSP à la station BYA. Dans la partie négative de cet axe par contre la turbidité a influencé les espèces NASP et OESP aux stations BB et BTB.

III-1-7. Taxons indicateur de la saprobie

Au total 18 taxons de la saprobies ont été recensés pendant la période d'étude dans les différentes stations (Tableau 10). Ces taxons sont répartis en 4 embranchements qui sont les Chlorophytes (7 taxons), les Cyanobactéries (3 taxons), les Diatomées (5 taxons) et les Euglenophytes (3 taxons). De ces différents, 16 dont tous les taxons de Chlorophytes, tous les taxons de Diatomées, 2 taxons de Cyanobactéries et deux taxons d'Euglenophytes sont caractéristiques des eaux β -mesosaprobe. Les deux autres taxons représentant 1 taxon de Cyanobactérie et 1 taxon d'Euglenophytes sont caractéristiques des eaux α -mesosaprobe. La densité élevée de l'espèce *Anabaema flos-aquae* (79 ind/ml) a été relevée à la station BN. En BN d'autres espèces comme *Microcystis aeruginosa* et *Aulacoseira granulata* présente des densités élevées respectivement de 30 ind/ml et 36 ind/ml. Dans la station BTA l'espèce de l'embranchement des Diatomées *Aulacoseira granulata* présente une densité relativement élevée de 12,2 ind/ml. Les espèces *Sellaphora pupula* et *Stauroneis anceps* de l'embranchement des Diatomées présente tous les deux une densité de 12,2 ind/ml dans la station BTB. Pour BSA ce sont les Chlorophytes tel que *Scenedesmus opoliensis* et des Diatomées tel que *Aulacoseira granulata*

avec respectivement 12,2 ind/ml et 18,2 ind/ml qui possède les densités les plus importantes. Au niveau de BSB, *Scenedesmus acutiformis* (12,2 ind/ml) de l'embranchement des Chlorophytes, *Aulacoseira granulata* (24,3 ind/ml) et *Ulnaria ulna* (24,3 ind/ml) de l'embranchement des Diatomées et *Trachelomonas volvocina* (24,3 ind/ml) de l'embranchement des Euglenophytes. La Chlorophytes *Scenedesmus acutiformis* avec une densité de 30,4 ind/ml est la plus dense en BYA. En BYA les Chlorophycées *Pandorina morum* et *Scenedesmus acutiformis* ainsi que la Cyanobactérie *Anabaena flos-aquae* présente des densités de 12,2 ind/ml alors que l'Euglenophyte *Trachelomonas volvocina* présente une densité de 24,3 ind/ml.

Tableau X: Espèces saprobiques

Taxons	ORGA	Densité								Saprobie
		Amont			Médian		Aval			
		BN	BTA	BTB	BSA	BSB	BYA	BYB	BB	
CHLOROPHYTES										
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	C	4,3	0	4,25	0	0	0	1,22	0	β mesosaprobie
<i>Closterium ehrenbergii</i>	P	0	0	2,43	0	0	0	0	0,6078	β mesosaprobie
<i>Eudorina elegans</i>	P	0	0	1,22	0	0	0	0	0	β mesosaprobie
<i>Pandorina morum</i>	C	0	1,22	0	1,22	0	0	12,2	0	β mesosaprobie
<i>Pediastrum tetras</i>	C	1,2	0	0	0	0	0	0	0	β mesosaprobie
<i>Scenedesmus acutiformis</i>	C	12	0	6,69	5,47	12,2	30,4	12,2	0,6078	β mesosaprobie
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	E	0	0	0	12,2	0	6,08	0	0	β mesosaprobie
CYANOBACTERIES										
<i>Anabaena flos-aquae</i>	C	79	0	1,22	1,22	0	0	12,2	0	β mesosaprobie
<i>Microcystis aeruginosa</i>	E	30	0	0	0	0	0	0	0	β mesosaprobie
<i>Oscillatoria princeps</i>	C	0	0,61	0,61	0	0	0,61	4,86	0	α mesosaprobie
DIATOMES										
<i>Aulacoseira granulata</i>	C	36	12,2	6,08	18,2	24,3	1,82	1,82	1,2155	β mesosaprobie
<i>Eunotia exigua</i>	P	0	0	0	0	0	1,22	0	0	β mesosaprobie
<i>Sellaphora pupula</i>	C	0	1,22	12,2	0	0	0	0	0	β mesosaprobie
<i>Stauroneis anceps</i>	C	0	0,61	12,2	1,22	3,65	0	2,43	1,2155	β mesosaprobie
<i>Ulnaria ulna</i>	C	2,4	0	0	0	24,3	0	0	0	β mesosaprobie
EUGLENOPHYTES										
<i>Phacus acuminatus</i>	P	0	0	0	0	0	0	6,08	0	α mesosaprobie
<i>Trachelomonas volvocina</i>	C	0	0,61	0	1,22	24,3	1,22	24,3	1,8233	β mesosaprobie
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	C	0	0	0	0	0	0,74	0	0	β mesosaprobie

III-2. Discussion

Les paramètres physico-chimiques mesurés sur le Bandama n'ont pas présenté de différence significative entre les stations. Ce résultat pourrait s'expliquer par un échange permanent des eaux des différentes stations, cet écoulement entraînant d'importantes circulations de masses d'eau. Ce mouvement serait à la base d'une certaine homogénéisation de l'eau à une période donnée. En effet, Salencon & Calmels (1994) ont indiqué dans leurs travaux que les circulations de masses d'eau jouent un rôle fondamental dans le transport et la redistribution des nutriments ainsi que l'homogénéisation du milieu. Ces observations sont similaires à celles de Kouamé (2014) qui a observé une faible variabilité spatiale des paramètres physico-chimiques du lac de Taabo.

Pour l'ensemble des communautés microalgales, le nombre de taxons récoltés est plus diversifié que celui identifié par Adon & al (2017) qui ont collectés 72 taxons dans la partie fluviale du bandama blanc et moins abondant que la diversité présentée par Lévêque & al. (1983) qui ont récoltés 232 taxons dans le Bandama en amont du barrage de Kossou. En effet sur les deux communautés étudiées les microalgues pélagique ont présenté une diversité plus importante que les microalgues épiphytiques. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Adon et al (2017).

Les embranchements dominant sont les Euglenophytes constitués de 26 taxons, les Chlorophytes composés de 35 taxons, ces résultats sont en adéquation avec ceux de Adon & al (2017) qui a identifié dans le Bandama une structure similaire des communautés microalgales. La richesse de notre cours d'eau en élément organique nutritif aurait favorisé la prolifération de ces algues dont certaines sont connu pour leurs prédilections des milieux eutrophes

A l'extérieur de la réserve en zone villageoise (BN) une densité importante de cyanobactéries a été observé. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Konan & al., 2015 ; Goh, 2016 qui ont trouvé que fortes activités anthropiques telles que la présence d'une forte activité de pêche et de parcs à bétail qui constitue aujourd'hui la principale activité socio-économique. Ces activités favorisent une élévation de la conductivité des eaux de ces sites due à l'entrée de la matière organique pendant la saison pluvieuse. Cet état de fait favorise la prolifération de Cyanobacteries lorsque les eaux sont chargées en matières organiques (Brient & al.,2001).

Une saprobie est un organisme aquatique d'eau douce vivant dans des eaux plus ou moins riches en matières organiques. L'étude de la concentration des saprobies, appelé le système saprobies, mesurant le degré saprobie, permet de déterminer la qualité de l'eau d'un cours

d'eau continental. Ainsi, la saprobie est directement corrélée à l'eutrophisation mais déterminée par les organismes (Anonyme 1)

CONCLUSION

La présente étude a permis de mettre en évidence la composition et la structure spatiale et saisonnière des microalgues pélagique et épiphytique en relation avec les paramètres physique et chimique du fleuve Bandama à l'intérieur de la Reserve de la Faune et de la Flore du Haut Bandama. Aucune variation des paramètres physico-chimique n'a été observé entre les stations d'échantillonnage.

Au total 101 taxons spécifiques et infra spécifiques répartis en 49 genres 41 familles, 25 ordres, 6 embranchements qui ont été recensé. Ces embranchements sont les Euglenophytes constitués de 26 taxons, les Chlorophytes composés de 35 taxons, les Diatomées renfermant 22 taxons, les Cyanobactéries avec 14 taxons, les Pyrrophytes composés de 3 taxons et les Ochrophytes avec 1 taxon.

L'analyse des communautés de microalgues a indiqué la presence de 18 taxons indicateurs de saprobie repartis en 4 embranchements. Ces embranchements sont les Chlorophytes (7 taxons), les Cyanobacteries (3taxons), les Diatomées (5 taxons) et les Euglenophytes (3 taxons). De ces taxons différents, 16 dont tous les taxons de Chlorophytes, tous les taxons de Diatomées, 2 taxons de Cyanobacteries et deux taxons d'Euglenophytes sont caractéristique des eaux β -mesosaprobe. Les deux autres taxons représentant 1 taxons de Cyanobactérie et 1 taxon d'Euglenophytes sont caractéristiques des eaux α -mesosaprobe.

La suite de ce travail pourrait impliquer la soumission au mieux, des taxons génériques pélagiques et épiphytiques rencontrés à des observations approfondies au microscope électronique, ainsi qu'à des analyses génétiques pour confirmer ou infirmer l'identité spécifique (espèce) et infraspécifique (variété ou forme) de certains taxons. Pour prévenir des risques de dégradation du fait de l'anthropisation de des eaux du fleuve dans la réserve, une surveillance de la qualité des eaux serait nécessaire à partir de l'établissement et d'applications réelles d'indices biologiques pour ce milieu particulièrement exceptionnel.

REFERENCES

- Adon MP, Niamien-Ebrottie JE, Konan KF, Azah CN., Ouattara A., Gourene G (2017). Qualité des eaux du Bandama-blanc (cote d'ivoire) et de ses affluents soumis a de fortes activites anthropiques a partir de la microflore algale
- Akindes, F., Sedia, G., Fofana, M. (2016). Aspects socio-économiques, Parc national des Iles Ehotilé, Réserves naturelles d'Abokouamékro, de Dahliafleurl, du Haut Bandama, de Lamto et du Mont Nimba, phase finale du bilan de l'état de la biodiversité des aires protégées de Côte d'Ivoire, rapport provisoire
- Angelier E. (2000). Écologie des eaux courantes. Éditions Technique & Documentation, Paris, 199 p.
- Anonyme (2018). <https://www.aquaportail.com/definition-2031-saprobie.html>
- Arfi R., Bouvy M., Cecchi P., Pagano M. & Thomas S. (2001). Factors limiting phytoplankton productivity in 49 shallow reservoirs of North Côte d'Ivoire (West Africa). *Aquatic Ecosystem Health and Management Society*, 4 : 123-138.
- Armitage P.D., Moss D., Wright J.F. & Furse M.T., 1983. The performance of a new biological water quality score based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water Research*, 17 : 333-347.
- Avenard J.M. (1971 a). Aspects de la geomorphologie. In : Avenard, G., et Perraud, A. *Le milieu naturel de Cote d'Ivoire Mémoire ORSTM n° 50*, ORSTM, Paris ; 13 p.
- Azim M.E., Beveridge M.C.M., van Dam A.A. & Verdegem M.C.J. (2005). Periphyton and aquatic production: an introduction. In : *Periphyton: ecology, exploitation and management* (Eds). Willingford, CABI, Publishing, pp 1-13.
- Barbault R. (1995). *Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité*. 2 e édition-Masson, Paris – Milan – Barcelone, 15-19.
- BERD-E&D Consult (2014). *Etude d'impact social du projet de conservation des ressources naturelles de Côte d'Ivoire, rapport final*
- Berkman H.E., Rabeni C.F. & Boyle T.P., 1986. Biomonitoring of stream quality in agricultural areas : fish versus invertebrates : *Environmental Management*, 10 (3) : 413-419.
- Blondel J. (1979). *Biogéographie et écologie*. Masson, Paris, pp 173.
- Bouché P. (1996). *Contribution à l'aménagement d'un game-ranching sur le Haut Bandama (Côte d'Ivoire)*. Thèse de doctorat. UFR Environnement, Université de Liège, Liège (Belgique), 240 p.

- Brient L., Raoult C., Le Rouzic B., Vézic C., Bertru C. 2001. Conditions d'utilisation du CuSO pour limiter les proliférations de cyanobactéries et réduire ses effets sur l'environnement. *TSM*, 9 : 66 – 74
- Carmichael W.W., Jones C.L.A., Mahmood N.A., Theiss W.C. & Krogh P. (2010). Algal toxins and water-based diseases. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 15 (3) : 275-313.
- Compère P. (1974). Algues de la région du Lac Tchad. II-Cyanophyceae. Cahiers de l'O.R.S.T.O.M., *Série Hydrobiologie*, 9 (3-4) : 165-198.
- Compère P. (1977). Algues de la région du lac Tchad. VII : Chlorophycophytes (3ième partie : Desmidiées) (I). Cahiers O.R.S.T.O.M., série Hydrobiologie, 11 (2) : 77-177.
- Compère P., (1986). Cyanophyceae, flore pratique des algues d'eau douce de Belgique, Jardin Botanique National de Belgique, Meise, Belgique, 120p.
- Dajoz R. (2000). Précis d'Ecologie. Ecologie fondamentale et appliquée 7ème édition, Dunod, Paris, France, 615 p.
- De Bello F., Leps J. & Sebastià M.T. (2007). Grazing effects on the species-area relationship: Variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science*, 18 : 25-34 p.
- De Reviers B. (2003). Biologie et phylogénie des algues. Tome 2. Belin, Paris, 255 p.
- Dufour P. & Berland B. (1999). Nutrient control of phytoplanktonic biomass in atoll lagoons and Pacific ocean waters : studies with factorial enrichment bioassays. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 234 (2) : 147-166.
- Dufrière, M. (1992). Biogéographie et écologie des communautés de Carabidae en Wallonie. Thèse de Doctorat, Université Catholique de Louvain, Belgique, 194 p.
- Elser J.J. & Goldman C.R. (1991). Zooplankton effect on phytoplankton in lakes of contrasting trophic status. *Limnology and Oceanography*, 36 : 64-90.
- Feldmann J., 1963. Les algues In : P. P. Grassé : Botanique. Masson et Cie, éd. Paris, pp. 83-249.
- Förster K. (1964). Desmidiaceen aus Brasilien : Bahia, Goyaz, Piahy und Nord-Brasilien. *Acta Hydrobiologica Hydrographica et Protistologica*, 22 (3-4) : 319-505.
- Frontier S. & Pichod-Viale D. (1998). Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Dunod, Paris, France, 447 p.
- Frontier S. (1976). Etude de la décroissance des valeurs propres dans une analyse en composantes principales : comparaison avec le modèle du bâton brisé. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 25 : 67-75.

- Garnier J., Dufayt O., Billen G. & Roulier M. (2001). Eutrophisation et gestion des apports de phosphore dans le bassin de la Seine. Rapport d'atelier, Scientifiques et Décideurs, 8 p.
- GB. (2008). Réserve naturelle nationale. Consulté sur [http:// www.conservation nature.fr/article3.php?id=76](http://www.conservation-nature.fr/article3.php?id=76)
- Goh D. 2016. L'exploitation artisanale de l'or en Côte d'Ivoire : la persistance d'une activité illégale. *ESJ*, 12 (3) : 1-18.
- Grogan N., 2012. Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'université de Toulouse, France. 224 p.
- Guillaumet, J. L., & Adjanohoun E. (1971). La végétation. In : Avenard, J.M., Eldin, M., Girard, G., Sircoulou, J., Toucheboeuf, P., Guillaumet, J. L., Adjanohoun, E. et Perraud, A. Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Mém. ORSTOM n° 50. ORSTOM, Paris : 156-264.
- Halle B., & Bruzon v. (2006). Profil environnemental de la Côte d'Ivoire. Rapport final. Consortium AGRIFOR consult. 127 p.
- Head R.M., Jones R.I. & Bailey-Watts A.E. (1999). "Vertical movements by planktonic cyanobacteria and the translocation of phosphorus : Implications for lake restoration", *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, (9) : 111-120.
- Hellawell J.M., 1986. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. Elsevier, London, 546 p.
- Hyslop E.J. (1980). Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- Iltis A. (1980). Les algues. In : Durand J. R., Lévêque C. (Eds.) : Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne. Tome I. Éditions O.R.S.T.O.M., Paris : pp. 9-61.
- Iltis A., 1980. Les algues. In : Durand J.R. & Lévêque C. (Éds). Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-soudanienne. Tome I. Éditions O.R.S.T.O.M. Collection Initiation Documents Techniques n° 44, Paris, pp. 9-61.
- Komárek J. & Fott B. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung : Chroococcales., *Das Phytoplankton des Süßwassers*, 7 (1) : 1 – 1044.
- Komárek J. & Anagnostidis K. (1989). Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. *Algological Studies*, 56 : 291-302.
- Komárek J. & Anagnostidis, K. (1999) Cyanoprokaryota. 1 : Chroococcales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1. Gustav Fischer, 548 p.

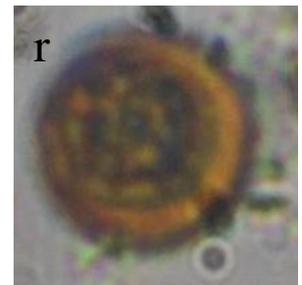
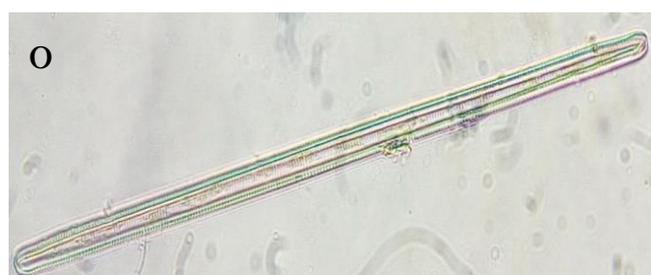
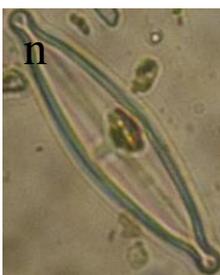
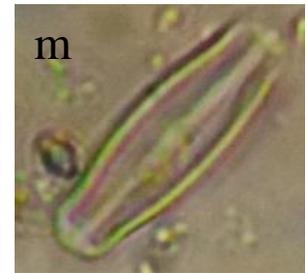
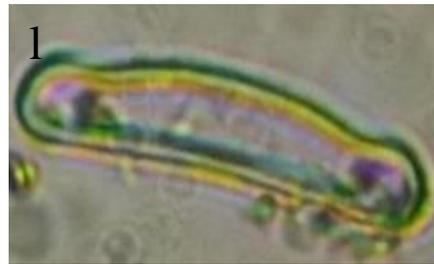
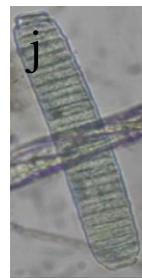
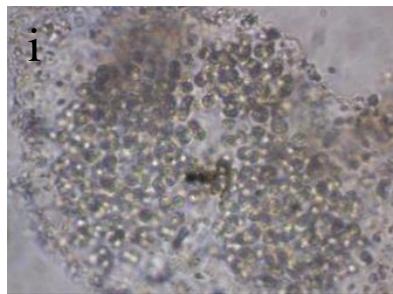
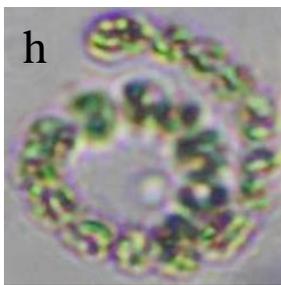
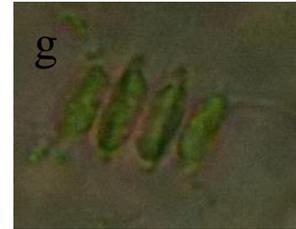
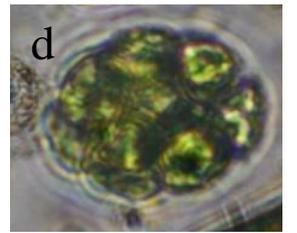
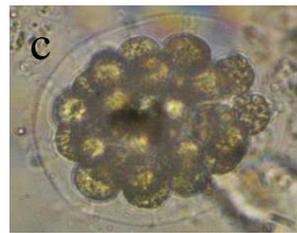
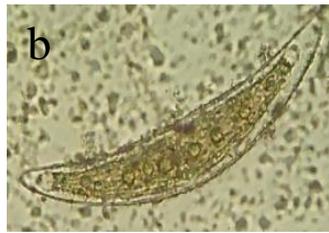
- Komárek J. & Anagnostidis K. (2005). Cyanoprokaryota 2. Teil : Oscillatoriales. In B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 19 (2): 1-759.
- Konan K. F., Bony K. Y., Adon M. P. et Potgieter J. 2015. Hydrobiological study of the Bandama Basin in Yaoure Gold Project's Area of Influence (Yaoure Gold Project, Côte d'Ivoire). Study report Amara Mining Côte d'Ivoire SARL / Cabinet AMEC Foster Wheeler / Cabinet 2D Consulting Afrique, 99 p.
- Koumba M., Mipounga H.K., Koumba A.A., Koumba C.R.Z., Mboye B.R., Liwouwou J.F., Mbega J.D. & Mavoungou J.F. (2017). Diversité familiale des macroinvertébrés et qualité des cours d'eau du Parc National de Moukalaba Doudou (sud-ouest du Gabon). *Entomologie Faunistique*, 70(1-3) : 107-120.
- Le Bris H. (1988). Fonctionnement des écosystèmes benthiques côtiers au contact d'estuaires: la rade de Lorient et la baie de Vilaine. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Université Bretagne Occidentale, Brest (France), 311 p.
- Lévêque C., Dejoux C., & Iltis A. (1983). Limnologie du fleuve Bandama, Côte d'Ivoire. *Hydrobiologia*, 100 : 113-141.
- Magurran A.E. (2004). Measuring biological diversity. *Journal of Vegetation Science*, 15(6) : 854-856.
- Mary N. & Archaimbault V. (2011). Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie et Indice Biosédimentaire : guide technique, DAVAR, Pôle de l'Observatoire de la Ressource en Eau, 58 p.
- McQueen D.J., Post J.R. & Mills E.L. (1986). Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43 : 1571-1581.
- Naselli Flores L. & Barone R. (1994). Relationships between trophic state and plankton community structure in 21 Sicilian dam reservoirs. *Hydrobiologia*, 275/276 : 197-205.
- Office ivoirien des parcs et réserves (2015). Rapport d'activités trimestriel. Abidjan,
- Oliver R.L. & Ganf G.G. (2000). Freshwater blooms. In : Whitton B.A. & Potts M. (Eds.). *The Ecology of Cyanobacteria Their Diversity in Time and Space*. Kluwer Academic Publishers, pp. 149-194.
- Paugy D. & Lévêque C. (1999). Régimes alimentaires et réseaux trophiques. In : *Les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie et utilisation par l'homme*. Lévêque, C., et Paugy, D., (éds.), IRD, Paris, pp 167-190.

- Perraud A. (1971). Les sols. In Avenard, J. M., Eldin, M. Girard, G., Sircoulon, J., Toucheboeuf, P., Guillaunet, J.L., Adjanooun, E. et Perraud, A. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM n° 50 : 265-391.
- Philipose M. T. (1967) Chlorococcales.-Inc. Council. Agriculture. Ressource. New Delhi, 365 p.
- Philippeau G., (1992). Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales? Service des Etudes Statistiques – ITCF, 63 p.
- Piélou E.C. (1969). An introduction to mathematical ecology. Wiley Intersciences, New York, 285 p.
- Poilecot. P. (1996). Contribution aux monographies des parcs nationaux et réserve de côte d'Ivoire : éléments du milieu naturel des parcs nationaux de la Comoé, de la Marahoué, des Monts Péko et des réserves du Haut Bandama et du Sanglé. Rapport inédit, WWF, Abidjan, 72 pp.
- Ramade F. (2003). Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Dunos, (éd.), Paris, 2, 190p.
- Ramade F. (2003). Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Dunos, (éd.), Paris, 2, 190p.
- Ramade F. 1994. Eléments d'Écologie Fondamentale (2e édn). Ediscience International ; 579 p.
- Reynolds C.S. (1998). What factor influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status ? Hydrobiologia, 11 (26) : 369 370.
- Reynolds C.S. (1992). Dynamics, selection and composition of phytoplankton in relation to vertical structure in lakes. Archiv für Hydrobiologie, Ergebnisse der Limnologie, 35 : 13 31.
- Shannon C.E. & Weaver W. (1963). The mathematical theory of communication. Urbana University Press, Illinois, USA, 127 p.
- Sheath R.G. & Wehr J.D. (2003). Freshwater Algae of North America. Ecology and classification. California, U.S.A, 918 p.
- Starmach K. (1985). Chrysophyceae und Haptophyceae. In : Gustav F.V., Süßwasserflora von Mitteleuropa. 1. 515 p., 1051 pl.
- Talling J.F. & Lemoalle J. (1998). Resource utilization and biological production primary utilization: energy. In: Talling J.F., Lemoalle J. (Eds.) Ecological dynamics of tropical inland waters. Chapter 3.1. Cambridge University Press. Cambridge. UK., pp. 82 117.

- Thiébaud G. & Muller S., 1986. Les communautés de macrophytes aquatiques comme descripteurs de la qualité de l'eau : exemple de la rivière Moder (Nord-Est France). *Annales de limnologie*, 34 : 141-153.
 - Thomas S., Cecchi P., Corbin D. & Lemoalle J. (2000). The different primary producers in a small African tropical reservoir during a drought : temporal changes and interactions. *Freshwater Biology*, 45 : 43-56.
 - Traoré K. (1996). Etat des connaissances sur les pêcheries continentales ivoiriennes. Rapport de consultation. Projet FAO TCP/IVC/4553, IDESSA, Bouaké, Côte d'Ivoire.
 - Uherkovich G. (1995). A *Scenedesmus* zöldalga nemzetség (Chlorococcales, Chlorophyceae) különös tekintettel magyarországi előfordulású taxonjaira. Magyar Algológiai Társaság, Budapest, 266 p.
 - Utermöhl H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton
 - Wetzel R.G. & Likens G.E. (2000). *Limnological Analysis*. Third edition Springer-Verlag, 429 p.
- methodic. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung für Limnologie*, 9 : 1-38

ANNEXES

Figure a: *Ankistrodesmus fusiformis* (36µm)
Figure b: *Closterium ehrenbergii* (50µm)
Figure c: *Eudorina elegans* (13µm)
Figure d: *Pandorina morum* (10µm)
Figure e: *Pediastrum tetras* (8µm)
Figure f: *Scenedesmus acutiformis* (10µm)
Figure g: *Scenedesmus opoliensis* (13µm)
Figure h: *Anabaena flos-aquae* (15µm)
Figure i: *Microcystis aeruginosa* (70µm)
Figure j : *Oscillatoria princeps* (93µm)
Figure k : *Aulacoseira granulata* (23µm)
Figure l : *Eunotia exigua* (20µm)
Figure m : *Sellaphora pupula* (18µm)
Figure n : *Stauroneis anceps* (53µm)
Figure o : *Ulnaria ulna* (130µm)
Figure p : *Phacus acuminatus* (35µm)
Figure q : *Trachelomonas volvocina* (16µm)
Figure r : *Trachelomonas volvocinopsis* (18µm)



RESUME

Cette étude a permis de caractériser les eaux du fleuve Bandama de la réserve de faune et de flore du haut Bandama au travers des paramètres physico-chimiques et des microalgues sur deux saisons pendant la période 2017-2018. L'échantillonnage des microalgues a été réalisé dans huit stations d'étude sur tout le long du fleuve suivant le gradient amont-aval. L'échantillonnage a été réalisé par filtration de la colonne d'eau pour les microalgues pélagiques et par grattage de végétaux présent dans l'eau ou au bord pour les microalgues épiphytique. Au total se sont 101 taxons spécifiques et infra spécifiques repartie en 86 taxons pélagique et 68 taxons épiphytique. Ces embranchements sont les Euglenophytes constitués de 26 taxons, les Chlorophytes (35 taxons), les Diatomées (22 taxons), les Cyanobactéries (14 taxons), les Pyrophytes (3 taxons) et les Ochrophytes (1 taxon). L'étude de la qualité du milieu à partir de la saprobie nous a permis de ressortir 18 taxons saprobiques repartis en 4 embranchements que sont les Chlorophytes (7 taxons), les Cyanobacteries (3 taxons), les Diatomées (5 taxons) et les Euglenophytes (3 taxons). Parmi ces différents taxons, 16 dont tous les taxons de Chlorophytes et de Diatomées, 2 taxons de Cyanobactéries et d'Euglenophytes sont caractéristique des eaux β -mesosaprobe. Les deux autres taxons restant 1 taxons de Cyanobactérie et 1 taxon d'Euglenophytes sont caractéristiques des eaux α -mesosaprobe.

Mots clés : microalgues, pélagique, épiphytique, pollution

ABSTRACT

This study has characterized the bandama of the reserve of fauna and flora of high bandama through physicochemical parameters and microalgae over two seasons during the period 2017-2018. Microalgae sampling was conducted at eight study stations along the entire river along the upstream-downstream gradient. The sampling was carried out by filtration of the water column for pelagic microalgae and by scraping plants present in the water or firstly for epiphytic microalgae. In total, there are 101 specific and infra-specific taxa distributed in 6 branches, 25 orders, 41 families. These branches are Euglenophytes consisting of 26 taxa, Chlorophytes composed of 26 taxa, Diatoms containing 22 taxa, Cyanobacteria with 13 taxa, Miozoa composed of 3 taxa and Ochrophytes with 1 taxon. At the pelagic level there are 86 taxa distributed among 36 families, 22 orders and 6 branches, and at the epiphytic level there are 68 taxa distributed among 33 families, 20 orders and 5 branches. Biotic and abiotic dissimilarity was observed between the stations. The presence of some high density characteristic taxa allowed us to evaluate the health of the environment.

Key words: microalgae, pelagic, epiphytic, pollution

