

Étude des peuplements phytoplanctoniques des écosystèmes aquatiques de la région de Katana, côte occidentale du lac Kivu, RD Congo

**Danny BUGOMA¹, Christine RIZIKI¹, Norbert KAJIVUNIRA¹, Bertin NDEGEYI²,
Paulin POLEPOLE¹ et Jean-Louis BAHIZIRE^{2*}**

¹ *Département de l'Environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, RD. Congo*

² *Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, RD. Congo*

* Correspondance, courriel : jlkayeye@gmail.com

Résumé

Le travail porte sur l'étude des peuplements phytoplanctoniques des écosystèmes aquatiques de la région de Katana, côte occidentale du lac Kivu en RD Congo. Dans cette étude, dix cours d'eau ont été choisis suite aux activités anthropiques sur ces cours d'eau dont les rivières Kanyamwera, Nyabarongo, Nyaweza, Kanyeramavurha, Cibera, Nyabaciwesa, Kalago, Kaleba, Karhakumbwa et Mushaba. L'étude visait à inventorier les espèces phytoplanctoniques qui colonisent les cours d'eau de la région de Katana. Pour atteindre cet objectif, nous avons recouru à l'échantillonnage, l'observation microscopique et l'identification. Les paramètres suivants ont été déterminés : la diversité spécifique, l'abondance numérique moyenne et la fréquence des phytoplanctons dans les différents sites. Le traitement statistique des données a été fait à l'aide du logiciel Past pour l'analyse de la variance à un seul critère, ANOVA 1. Les résultats obtenus montrent qu'au total 9831 phytoplanctons ont été récoltés dans les cours d'eau de la région de Katana. Ces phytoplanctons sont repartis sur cinq classes d'algues dont : les Chlorophyceae, les Bacillariophyceae, les Euglénophyceae, les Desmidiaceae et les Cyanophyceae. Ces cinq classes sont représentées dans l'ensemble par 46 espèces. Le nombre d'espèces et d'individus varie d'une classe à une autre et dont le maximum d'espèces est de 23 espèces portant sur 3900 individus et le minimum est de 3 espèces portant sur 474 individus. Le grand nombre d'espèces d'algues est observé dans la rivière Nyabaciwesa avec 38 espèces, suivi de la rivière Mushaba avec 37 espèces et le moins élevé est observé dans la rivière Nyaweza avec 29 espèces. La variation des espèces des phytoplanctons en fonction des familles et des sites montre que la famille des Bacillariophyceae est la plus diversifiée en espèces et la moins diversifiée est celle des Cyanophyceae et cela respectivement dans les rivières Nyabaciwesa et kaleba. Ainsi, cette étude s'avère indispensable sur le plan qualité physico-chimique des cours d'eau pour permettre d'analyser ces facteurs environnementaux et écologiques qui influencent la répartition, la fréquence, la variation des phytoplanctons dans les cours d'eau de la région de Katana et la similarité entre les cours d'eau de cette dernière région.

Mots-clés : *inventaire, phytoplanctons, écosystèmes aquatiques, diversité, répartition, fréquence, similarité, variation, région de Katana.*

Abstract

Survey of phytoplanktonic populations of aquatic ecosystems of Katana region, western coast of Kivu lake, DR Congo

The study is focused on the phytoplankton populations of aquatic ecosystems of Katana region, in western coast of lake Kivu, eastern of DR. Congo. Ten rivers (Kanyamwera, Nyabarongo, Nyaweza, Kanyeramavurha, Cibera, Nyabaciwesa, Kalago, Kaleba, Karhakumbwa and Mushaba) have been chosen following human activities on them. The aim was to inventory the phytoplankton species that colonize rivers of Katana region. To achieve this, we used sampling, microscopic for observation and identification. The following parameters were determined : species diversity, average numerical abundance and frequency of phytoplankton in different sites. The analysis of variance in a single test (ANOVA 1) was done by using Past software. The results show that a total of 9831 phytoplanktons were collected in streams of Katana region. These phytoplanktons are spread over five classes of algae including : the *Chlorophyceae*, the *Bacillariophyceae*, the *Euglenophyceae*, the *Desmidiaceae* and the *Cyanophyceae*. These five classes are represented in the whole by 46 species. The number of species and individuals varies in each class and, from 3,900 individuals was constituted the 23 species look on the maximum number and 3 species from 474 individuals were considered the minimum number. The huge number of algae species was observed in the river Nyabaciwesa (38 species), followed by Mushaba river (37 species) and the lowest number was in the Nyaweza river (29 species). According to the families and the sites, the variation of phytoplankton species shows that *Bacillariophyceae* family has the most various of species and Nyabaciwesa and Kaleba rivers respectively have less various of species from *Cyanophyceae* family. Thus, this study is essential to the physico-chemical quality level of rivers to allow analysis of environmental and ecological factors affecting the distribution, the frequency, the variation of phytoplanktons in rivers of Katana region and the similarity between the rivers in the region.

Keywords : *inventory, phytoplankton, aquatic ecosystems, diversity, distribution, frequency, similarity, variation, Katana region.*

1. Introduction

Les planctons végétal et animal sont, dans les réseaux trophiques, le relais entre les processus physico-chimiques d'enrichissement et les petits poissons pélagiques [1]. A un instant donné, l'état du plancton reflète les aléas subis par la masse d'eau qui l'abrite [2]. Les facteurs climatiques (ensoleillement, vent, etc.) sont transmis à l'écosystème, avec leurs variations, sous forme de flux thermique, cinétique, nutritif, par le biais du plancton [2, 3]. Le plancton apporte l'énergie nécessaire à la croissance et à la reproduction des poissons adultes, au développement de leurs larves. Il va donc, en partie, conditionner le succès d'une cohorte et son recrutement, mais aussi ses déplacements trophiques et sa disponibilité à la pêche. A la base du réseau trophique, le phytoplancton est constitué d'algues microscopiques unicellulaires, filamenteuses, cœnobiales ou encore coloniales. Il a pour rôle fondamental d'assurer l'autotrophie qui correspond aux processus de photosynthèse lui permettant de convertir, en matières organiques, le carbone inorganique et les nutriments dissous dans les eaux en utilisant l'énergie solaire. L'autotrophie du phytoplancton est également une des sources principales de l'oxygénation de l'eau. Mais aussi, Le compartiment phytoplanctonique joue un rôle prépondérant dans les écosystèmes marins de par sa position comme principal producteur primaire et fixateur de carbone, mais aussi en raison de sa capacité de multiplication élevée, qui lui permet de réagir rapidement aux changements environnementaux et d'en faire un potentiel bio indicateur [29]. Le phytoplancton est, en conséquence, responsable de la productivité des hydro systèmes où le potentiel maximal de cette productivité est fonction de la disponibilité des nutriments, de l'intensité lumineuse et de la température. Il est aussi fonction d'autres facteurs tels que l'apport d'eau douce et la stratification de la colonne d'eau [4]. Les cours d'eau de la région de

Katana sont présentement sujets de la pollution à cause des déchets d'origine agricole et domestique qui y sont jetés continuellement par la population environnante [5]. La connaissance des communautés des phytoplanctons de ces cours d'eau est importante pour permettre à apprécier la qualité des eaux et de mener la surveillance de l'état environnemental des écosystèmes aquatiques de cette région. Plusieurs études sur les planctons ont déjà été réalisées mais demeurent incomplètes [4, 6, 7 - 14]. Cependant, aucune étude ne s'est orientée sur le phytoplancton. Ainsi, le travail présente une contribution à l'étude de ce maillon principal. La présente étude vise à inventorier les espèces phytoplanctoniques qui colonisent les cours d'eau de la région de Katana. A l'échelle écosystémique, les communautés des phytoplanctons de ces cours d'eau nécessite des efforts de recherche en vue de définir la diversité qui maintient l'équilibre environnemental des écosystèmes aquatiques de la côte occidentale du Lac Kivu et aussi, d'estimer la qualité des eaux.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

La région de Katana où l'étude a été réalisé est située autour du Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN) de Lwiro, sur la rive occidentale du Lac Kivu, entre 28°45' et 28°85' de longitude Est et entre 02°15' et 02°30' de latitude Sud à une altitude de 1465 m au niveau du Lac Kivu et 1800 m à la lisière du Parc National de Kahuzi- Bièga et, cette région de Katana couvre une superficie de 141km². Le climat est du type tropical humide, caractérisé par une importante pluviosité moyenne supérieur à 1500 mm par an et une température moyenne modérée variable entre 18 et 20°C [5]. On y distingue deux saisons : Une longue saison pluvieuse de Septembre à Mai et une courte saison sèche de Juin à Août. La végétation est une savane cultivée qui remplace la forêt à *Albizia grandibracteata*. La région est parcourue par de nombreux cours d'eau constituant ainsi les sites de prospection. Les principales activités de la population sont surtout l'agriculture, l'élevage et la pêche. La **Figure 1** représente la carte de la région de Katana renfermant les sites d'étude.

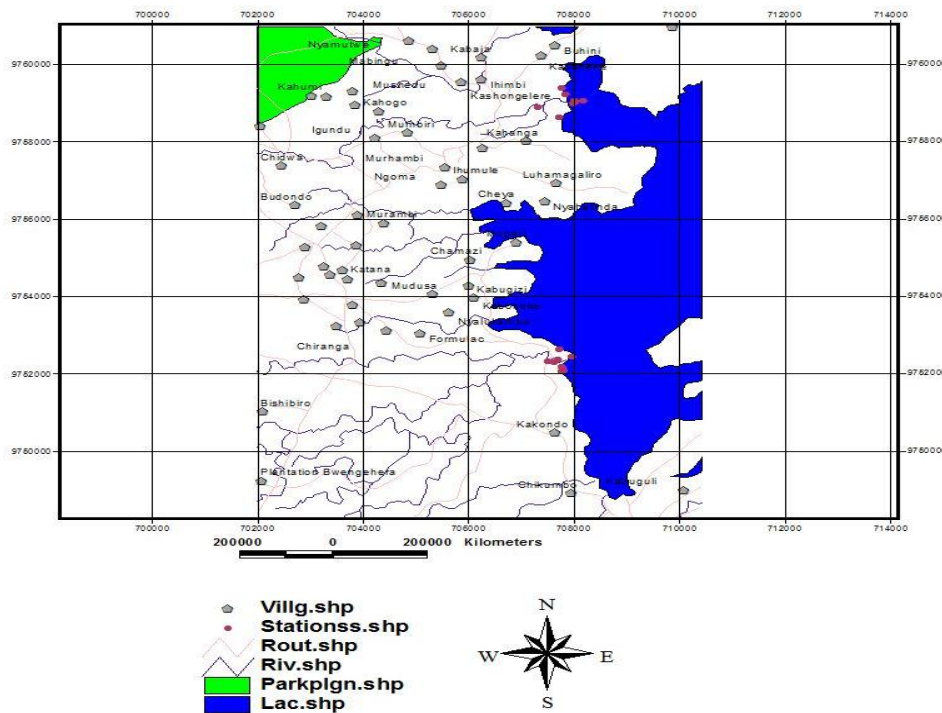


Figure 1 : Carte de la région de Katana

2-2. Échantillonnage, identification et comptage

L'échantillonnage a été réalisé dans 10 cours d'eau et par mois, un prélèvement a été fait dans chaque site durant une année, soit de Janvier 2014 à Décembre 2014. Un seul site de prélèvement a été choisi pour chaque cours d'eau et le choix des sites, sur les différents cours d'eau était dicté par les activités anthropiques; l'agriculture, l'élevage, le lessivage et breuvage dans le milieu. Les phytoplanctons ont été prélevés par puisage de l'eau dans une bouteille plastique de 1 litre. Une fois recueilli, l'échantillon était mis dans un tube à essai contenant 50 mL de formol à 4 %. Seulement, après l'homogénéisation de l'échantillon, 1 mL de la suspension algale a été retiré pour l'identification [7, 12, 13]. Chaque fois une goutte de ce sous échantillon (1 mL) était déposée entre la lame et la lamelle. La préparation ainsi obtenue a été examinée au microscope optique (Olympus CHD 6H0136, objectif 400x). Tout individu rencontré était identifié et comptabilisé [7, 15, 16] et cela pour chaque préparation. L'identification des phytoplanctons a été faite à l'aide des clés de détermination de [17 - 19]. La diversité spécifique était calculée par l'indice H de Shannon -Weaver complétée par l'indice J de diversité relative ou l'équitabilité [20]. L'abondance numérique moyenne des phytoplanctons dans les différents sites a été calculée à l'aide du logiciel Past. La fréquence (f), dite également indice d'occurrence ou de constance [21], n'est autre que le rapport du nombre des sites dans lesquels l'espèce est recensée, au cours du suivi, dans une rivière donnée et le nombre total des sites prospectés au niveau de la région. Exprimée en pourcentage, la fréquence a été calculée par la **Formule** suivante :

$$\text{Fréquence (\%)} = \frac{\text{Nombre des sites positifs à une espèce des phytoplanctons}}{\text{Nombre total des sites prospectés}} \times 100 \quad (1)$$

(1) : Formule du calcul de la fréquence.

Selon la fréquence, quatre classes d'espèces sont à distinguer dont les espèces constantes à fréquence temporelle comprise entre 50 et 100 %, les espèces communes à fréquence fluctuant entre 25 et 50 %, les espèces peu communes à fréquence allant de 10 à 25 % et les espèces rares à fréquence inférieure à 10 % [21].

2-3. Analyse statistique

Le traitement statistique des résultats a été fait à l'aide du logiciel Past pour l'analyse de la variance à un seul critère, ANOVA 1.

3. Résultats

3-1. Liste et nombre des phytoplanctons récoltés dans la région de Katana au cours de la période de notre investigation

La liste et le nombre des phytoplanctons récoltés dans la région de Katana au cours de la période de notre investigation sont présentés dans le **Tableau 1** ci-dessous. Au total, 9831 phytoplanctons ont été récoltés dans les cours d'eau de la région de Katana. Ces phytoplanctons sont repartis sur cinq classes d'algues dont : les *Chlorophyceae*, les *Bacillariophyceae*, les *Euglenophyceae*, les *Desmidiaceae* et les *Cyanophyceae*. Les cinq classes présentent dans l'ensemble par 46 espèces.

Tableau 1 : Les phytoplanctons récoltés dans la région de Katana au cours de la période de notre investigation

Taxons / Espèces	Sites										Total	Fréquence (%)
	Kanya-mwera	Nyabarongo	Nyaweza	Kanyeramavurha	Cibera	Nyabaciwesa	Kalago	Kaleba	Karhakumbwa	Mushaba		
Chlorophyceae												
<i>Cladophora</i>	53	45	84	87	59	78	42	25	56	33	562	100
<i>Penium</i>	19	85	43	29	63	45	85	26	74	18	487	100
<i>Spirogyra</i>	58	61	54	22	33	51	47	27	38	29	420	100
<i>Oedogonium</i>	47	18	41	52	25	21	56	37	55	48	400	100
<i>Tetraspora</i>	80	47	52	42	47	57	52	46	74	23	520	100
<i>Mougeotia</i>	68	22	89	56	57	35	28	68	12	52	487	100
<i>Sorastrum</i>	47	58	36	24	48	42	53	24	37	50	419	100
<i>Chlorella</i>	26	53	65	0	20	25	38	52	76	63	418	100
<i>Crucigenia</i>	66	38	0	47	25	53	0	41	22	11	303	100
<i>sous-total</i>	464	427	464	359	377	407	401	346	444	327	4016	
Bacillariophyceae												
<i>Nitzschia</i>	45	85	40	52	45	52	75	25	72	23	514	100
<i>Gomphonema</i>	25	12	52	63	30	80	50	52	42	58	464	100
<i>Melosira</i>	0	12	65	11	61	0	5	16	76	23	269	80
<i>Diatoma</i>	12	10	7	0	17	6	12	0	34	56	154	80
<i>Synedra</i>	10	12	14	25	13	26	17	13	16	32	178	100
<i>Tabellaria</i>	0	11	0	21	0	21	45	25	56	54	233	70
<i>Pinnularia</i>	14	0	23	0	0	18	14	23	29	30	151	70
<i>Navicula</i>	2	7	56	4	0	0	0	0	12	24	105	60
<i>Cyclotella</i>	8	7	21	0	0	81	24	12	52	71	276	80
<i>Surirella</i>	0	0	0	15	40	22	13	0	0	4	94	50
<i>Epithemia</i>	5	41	28	11	16	17	13	18	0	0	149	80
<i>Eunotia</i>	0	0	10	11	25	23	21	42	6	4	142	80
<i>Amphora</i>	52	10	0	0	0	12	11	9	7	8	109	70
<i>Fragillaria</i>	32	14	12	6	0	0	0	0	7	2	73	60
<i>Frustularia</i>	12	14	0	0	24	17	67	22	0	10	166	70
<i>Frustulia</i>	0	0	23	20	26	0	0	17	14	11	111	60

<i>Campylodiscus</i>	0	0	0	0	7	24	12	0	0	0	43	30
<i>Cocconeis</i>	53	45	21	16	0	41	0	0	8	9	193	70
<i>Meridion</i>	24	10	0	28	23	22	0	0	0	0	107	50
<i>Cymbella</i>	0	0	0	0	18	0	4	26	7	19	74	50
<i>Stauroneis</i>	17	31	0	0	0	43	24	0	0	0	115	40
<i>Genicularia</i>	0	0	0	0	0	0	28	10	20	17	75	40
<i>Gyrosigma</i>	24	0	8	10	11	12	24	16	0	0	105	70
<i>sous-total</i>	335	321	380	293	356	517	459	326	458	455	3900	
Euglenophyceae												
<i>Leponicilis</i>	0	32	21	12	10	0	0	0	8	12	95	60
<i>Phacus</i>	52	4	0	10	53	12	0	17	13	45	206	80
<i>Euglena</i>	7	25	11	24	0	14	22	37	33	0	173	80
<i>sous-total</i>	59	61	32	46	63	26	22	54	54	57	474	
Desmidiaceae												
<i>Cosmarium</i>	7	34	0	0	0	12	65	23	15	22	178	70
<i>Closterium</i>	10	55	21	41	58	74	0	0	0	41	300	70
<i>Spirotonium</i>	22	0	0	23	12	11	35	0	14	47	164	70
<i>Tetmemorous</i>	0	0	0	41	0	34	5	7	11	21	119	60
<i>Decidium</i>	4	12	0	0	13	25	56	0	0	0	110	50
<i>sous-total</i>	43	101	21	105	83	156	161	30	40	131	871	
Cyanophyceae												
<i>Oscillatoria</i>	41	0	14	25	11	16	0	0	26	22	155	70
<i>Phormidium</i>	8	5	24	0	0	2	11	7	4	2	63	80
<i>Rivularia</i>	0	18	36	0	0	0	0	6	9	19	88	50
<i>Coelophaerium</i>	7	0	0	13	28	21	0	4	0	0	73	50
<i>Nostoc</i>	12	0	18	0	0	7	28	0	34	0	99	50
<i>Aphanocapsa</i>	26	6	0	0	22	21	7	0	4	6	92	70
<i>sous-total</i>	94	29	92	38	61	67	46	17	77	49	570	
<i>Total Général</i>	995	939	989	841	940	1173	1089	773	1073	1019	9831	
Indice H de Shannon-Weaver	1.248	1.25	1.136	1.289	1.307	1.245	1.227	1.12	1.191	1.296		
Equitabilité_J	0.7757	0.7767	0.706	0.8011	0.812	0.7733	0.763	0.6958	0.7398	0.8051		

3-2. Nombre d'espèces et d'individus des phytoplanctons en fonction des classes d'algues

Le nombre d'espèces et d'individus varie d'une classe à une autre et dont le maximum des espèces est 23 sur 3900 individus et le minimum de 3 espèces sur 474 individus. La classe des *Bacillariophyceae* est la plus riche en espèces dont 23 espèces, soit 50 % du total général d'espèces récoltées durant toute la période des investigations, suivie de la classe des *Chlorophyceae* avec 9 espèces, soit 19.6 % d'espèces, ensuite la classe des *Cyanophyceae* avec 6 espèces, soit 13 % d'espèces, ensuite encore la classe des *Desmidiaceae* avec 5 espèces, soit 10.9 % d'espèces et en fin, la classe des *Euglénophyceae* ayant 3 espèces, soit 6.5 % d'espèces. Quant au nombre des individus, le maximum est 4016 individus et le minimum 474 individus. La classe la plus riche en individus est celle des *Chlorophyceae* ayant 4016 individus, soit 40.8 % d'individus; suivie des *Bacillariophyceae* avec 3900 individus; soit 39.7 % d'individus; ensuite des *Desmidiaceae* avec 871 individus; soit 8.9 % d'individus, ensuite encore des *Cyanophyceae* avec 570 individus; soit 5.8 % d'individus et en fin de la classe des *Euglénophyceae* avec 474 individus; soit 4.8 % d'individus (**Figure 2**). La classe des *Bacillariophyceae* est la plus riche en espèces (23 espèces) plus que celle de *Chlorophyceae* (9 espèces), mais cette dernière contient plus d'individus que la première; soit 4016 individus contre 3900 individus respectivement pour les *Chlorophyceae* et les *Bacillariophyceae* et, la classe des *Cyanophyceae* contient plus d'espèces (6 espèces) mais moins d'individus (570 individus) par rapport à la classe des *Desmidiaceae* (5 espèces) ayant plus des 871 individus. La classe des *Euglénophyceae* est la plus pauvre en espèces (3 espèces) et aussi, en individus, soit 474 individus (**Figure 2**).

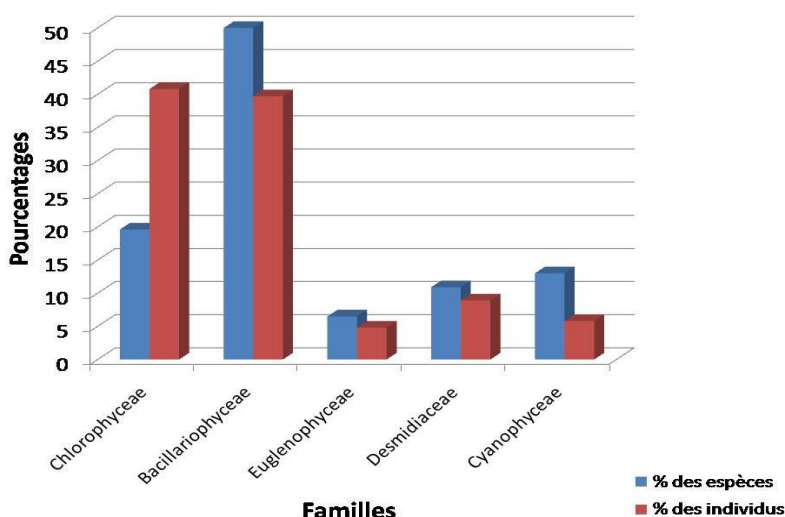


Figure 2 : Distribution des espèces et d'individus dans les classes d'algues

3-3. Distribution des espèces dans les classes d'algue en fonction des cours d'eau et familles

Le grand nombre d'espèces d'algues est observé dans la rivière Nyabachiwesa, soit 38 espèces, suivi de la rivière Mushaba avec 37 espèces et 29 espèces sont observé dans la rivière Nyaweza (**Tableau 2**). La distribution de ces espèces dans les différentes classes d'algues inventoriées varie d'un cours d'eau à un autre; ainsi, la classe des *Chlorophycées* a un maximum de 9 espèces respectivement dans les rivières Kanyamwera, Nyabarongo, Cibera, Nyabaciwesa, Kaleba, Karhakumbwa et Mushaba et un minimum de 8 espèces respectivement dans les rivières Nyaweza, Kanyeramavurha et Kalago (**Tableau 2**). Pour la classe des *Bacillariophycées*, le maximum est de 18 espèces observées respectivement dans les rivières Kalago et Mushaba et le minimum est de 14 espèces observées respectivement dans les rivières Nyaweza, Kanyeramavurha et Cibera (**Tableau 3**). Pour les *Euglénophycées*, le maximum d'espèces observées est de

3 espèces respectivement dans les rivières Nyabarongo, Kanyeramavurha et Karhakumbwa et le minimum est de 1 espèce dans la rivière Kalago (**Tableau 2**). Pour les *Desmidiacées*, le maximum est de 5 espèces observées dans la rivière Nyabaciwesa et le minimum est de 1 espèce dans la rivière Nyaweza (**Tableau 3**). Enfin, pour les *Cyanophycées*, le maximum est de 5 espèces observées respectivement dans les rivières de Kanyamwera, Karhakumbwa et Nyabaciwesa et le minimum étant de 2 espèces dans la rivière Kanyeramavurha (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Distribution des espèces dans les classes d'algue en fonction des cours d'eau

Classes	Sites									
	Kanya- mwera	Nyaba- rongo	Nyaweza	Kanyera- mavurha	Cibera	Nyaba- ciwesa	Kalago	Kaleba	Karha- kumbwa	Mushaba
Chlorophyceae	9 25.7 %	9 27.3 %	8 27.6 %	8 26.7 %	9 29.0 %	9 23.7 %	8 23.5 %	9 29.0 %	9 25 %	9 24.3 %
Bacillariophyceae	15 42.9 %	15 45.4 %	14 48.3 %	14 46.7 %	14 45.2 %	17 44.6 %	18 52.9 %	15 48.5 %	16 44.5 %	18 48.7 %
Euglenophyceae	2 5.7 %	3 9.1 %	2 6.9 %	3 10 %	2 6.4 %	2 5.3 %	1 3 %	2 6.4 %	3 8.3 %	2 5.4 %
Desmidiaceae	4 11.4 %	3 9.1 %	1 3.4 %	3 10 %	3 9.7 %	5 13.2 %	4 11.8 %	2 6.4 %	3 8.3 %	4 10.8 %
Cyanophyceae	5 14.3 %	3 9.1 %	4 13.8 %	2 6.6	3 9.7 %	5 13.2 %	3 8.8 %	3 9.7 %	5 13.9 %	4 10.8 %
Total	35 100 %	33 100 %	29 100 %	30 100 %	31 100 %	38 100 %	34 100 %	31 100 %	36 100 %	37 100 %

3-4. Répartition des individus dans les classes d'algues en fonction des cours d'eau

Les nombres les plus élevés d'individus d'algues sont 1173 individus, 1089 individus et 1073 individus enregistrés respectivement dans les rivières Nyabaciwesa, Kalago et Karhakumbwa et le nombre d'individus le moins élevé est de 773 individus observés dans la rivière Kaleba (**Figure 3**). La répartition des individus d'algues par classe varie non seulement en fonction des différentes communautés d'algues mais aussi en fonction de différents cours d'eau prospectés (**Figure 3**). La classe des *Chlorophycées* a un maximum de 464 individus d'algues observés respectivement dans les rivières Nyaweza et Kanyamwera et un minimum de 327 individus d'algues observés dans la rivière Mushaba (**Figure 3**). Pour la classe des *Bacillariophycées*, le maximum est de 517 individus d'algues observés dans la rivière Nyabaciwesa et le minimum est de 293 individus d'algues observés dans la rivière Kanyeramavurha (**Figure 3**). Pour les *Euglénophycées*, le maximum d'individus d'algues observés est de 63 individus d'algues observés dans la rivière Cibera et le minimum est de 22 individus d'algues observés dans la rivière Kalago (**Figure 3**). Pour les *Desmidiacées*, le maximum est de 161 individus d'algues observés dans la rivière Kalago et le minimum est de 21 individus d'algues observés dans la rivière Nyaweza (**Figure 3**). Enfin, pour les *Cyanophycées*, le maximum est de 94 individus d'algues observés dans la rivière Kanyamwera et le minimum est de 17 individus d'algues observés dans la rivière Kaleba (**Figure 3**).

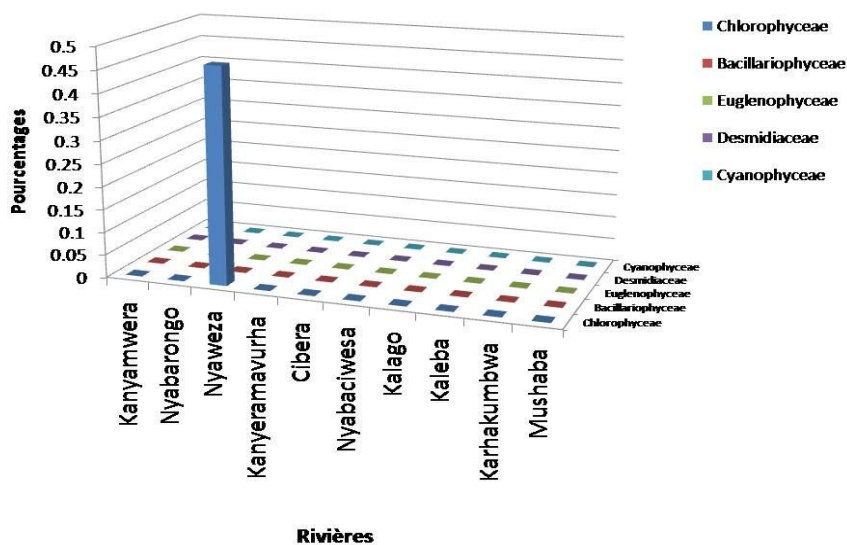


Figure 3 : Répartition des individus dans les classes d'algues en fonction des cours d'eau

3-5. Fréquence et indices de diversités des phytoplanctons

La fréquence des espèces d'algues dans les sites et les indices de diversités des algues en fonction des cours d'eau sont présentées dans le **Tableau 1** ci-dessus. Le constat est que toutes les espèces d'algues inventoriées dans les sites sont des espèces constantes à l'exception des espèces *Campylodiscus*, *Stauroneis* et *Genicularia* qui sont des espèces communes. Selon l'indice H de Shannon-Weaver, la diversité spécifique la plus élevée est enregistrée dans la rivière Cibera dont l'indice H est de 1,307 et la moins élevée est celle de Kaleba avec l'indice H de 1,12. Quant à l'indice d'équitabilité J, la diversité relative J la plus élevée est signalée dans la rivière Mushaba, soit 0,8051 et la moins élevée est signalée dans la rivière Kaleba, soit 0,6958. Ainsi, la fréquence et les indices de diversité n'évoluent pas dans le même sens.

3-6. Variation des phytoplanctons par familles et par sites

La variation des phytoplanctons en fonction des familles et des sites est représentée dans la **Figure 4** ci-dessous. La famille des *Bacillariophyceae* est la plus riche en espèces et celle des *Cyanophyceae* est la moins riche, cela respectivement dans les rivières Nyabaciwesa et Kaleba. Néanmoins, dans la rivière Kanyamwera, les *Chlorophyceae* forment la famille la plus riche en espèces respectivement dans la rivière Nyabarongo, Nyaweza, Kanyeramavurha, Cibera, Nyabaciwesa ainsi que la rivière Karhakumbwa et la moins riche est celle des *Desmidiaceae* dans la rivière Nyabarongo, Kanyeramavurha et Mushaba respectivement, ainsi que des *Cyanophyceae* dans la rivière Nyaweza, Cibera, Nyabaciwesa et Karhakumbwa respectivement, tandis que les *Bacillariophyceae* forment la famille la plus riche en espèces respectivement dans la rivière Kalago, Kaleba et Mushaba et la moins riche est celle des *Euglenophyceae* dans la rivière Kalago et Kaleba respectivement.

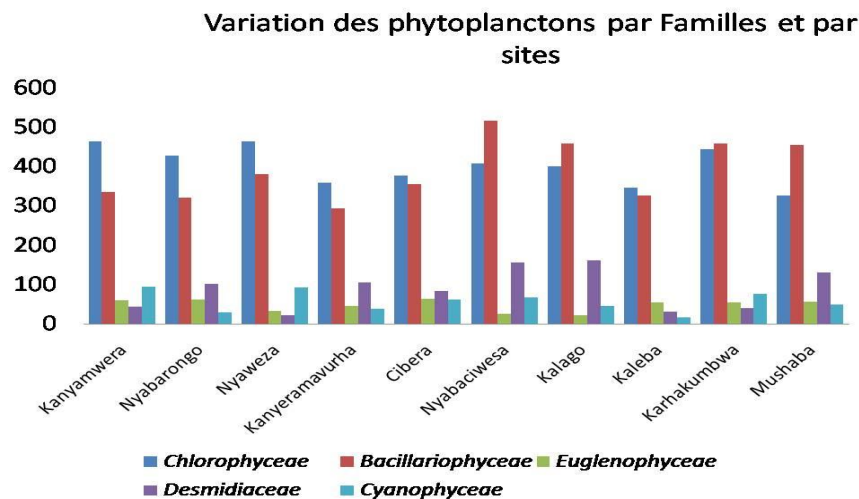


Figure 4 : Variation des phytoplanctons par Familles et par sites

3-7. Similarité entre les cours d'eau de récolte

La similarité entre les cours d'eau est représentée par le dendrogramme de similarité (**Figure 5**). De ce dendrogramme, le constat est que les cours d'eau de Nyabaciwesa et Kalago, Nyabarongo et Cibera et enfin Nyaweza et Kanyamwera sont similaires. Néanmoins, les cours d'eau de Nyabaciwesa et Kalago sont similaires au cours d'eau de Mushaba ; Nyabarongo et Cibera sont similaires à Kanyeramavurha et les trois cours d'eau deviennent similaires à Kaleba. Nyaweza et Kanyamwera sont similaires à Karhakumbwa; Nyaweza, Kanyamwera et Karhakumbwa sont aussi similaires aux cours d'eau de Nyabarongo, Cibera, Kanyeramavurha et Kaleba et enfin, Nyabarongo, Cibera, Kanyeramavurha, Kaleba, Nyaweza, Kanyamwera, Karhakumbwa sont similaires aux cours d'eau de Nyabaciwesa, Kalago et Mushaba.

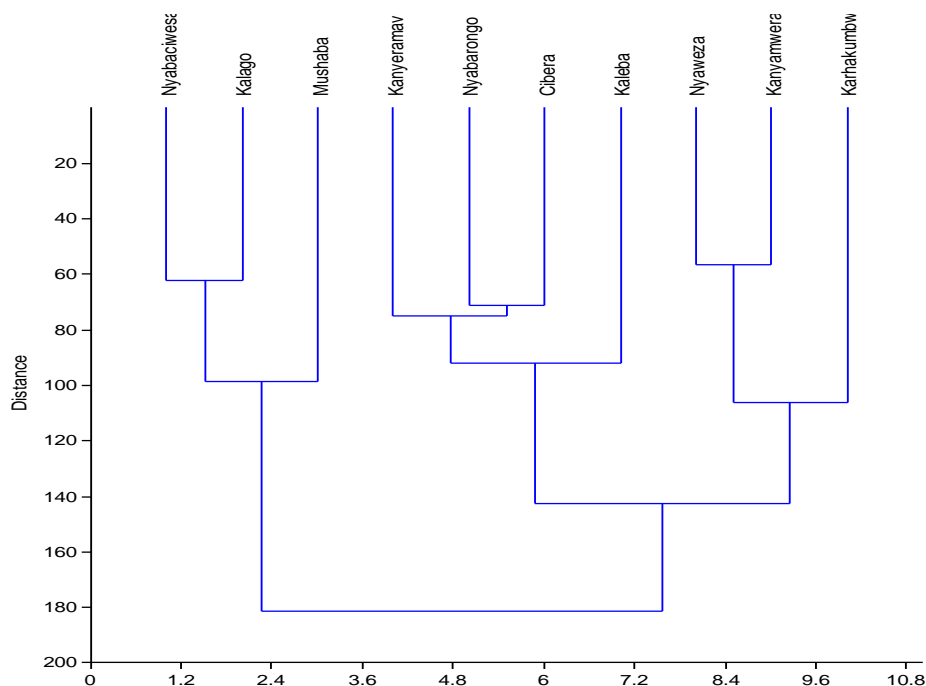


Figure 5 : Dendrogramme de similarité entre les cours d'eau de récoltes des phytoplanctons

4. Discussion

Le travail consacré à l'étude des peuplements phytoplanctoniques des écosystèmes aquatiques de la région de Katana, côte occidentale du Lac Kivu, RD. Congo a été effectué dans dix cours d'eau. Les résultats obtenus dans le **Tableau 1**, montrent que les cours d'eau de la région de Katana renferment des phytoplanctons. Les phytoplanctons comptent 46 espèces identifiées dans l'ensemble des 10 sites prospectés. Les 46 espèces portent un effectif de 9831 individus repartis en cinq classes d'algues dont les *Chlorophyceae*, les *Bacillariophyceae*, les *Euglenophyceae*, les *Desmidiaceae* et les *Cyanophyceae*, présentée dans le **Tableau 2**. La classe des *Bacillariophyceae* est la plus riche en espèces soit 23 espèces c'est-à-dire 50 % du total général d'espèces récoltées durant toute la période des investigations. Le résultat rejoint celui de [22, 23] qui ont montrés que les *Bacillariophyceae* sont des espèces à large répartition écologique. Suivie de la classe des *Chlorophyceae* ayant 9 espèces, soit 19.6 % d'espèces, ensuite de la classe des *Cyanophyceae* avec 6 espèces, soit 13 % d'espèces, ensuite encore de la classe des *Desmidiaceae* possédant 5 espèces, soit 10.9 % d'espèces et enfin, la classe des *Euglenophyceae* avec 3 espèces, soit 6.5 % d'espèces, qui est la plus pauvre en espèces. Quant aux nombre d'individus, le maximum est de 4016 individus et le minimum est de 474 individus.

La classe la plus riche en individus est celle des *Chlorophyceae* avec 4016 individus, soit 40.8 % d'individus; suivie des *Bacillariophyceae* ayant 3900 individus; soit 39.7 % d'individus, ensuite de la classe des *Desmidiaceae* avec 871 individus; soit 8.9 % d'individus, ensuite encore de la classe des *Cyanophyceae* avec 570 individus; soit 5.8 % d'individus et en fin, la classe des *Euglenophyceae* avec 474 individus; soit 4.8 % d'individus, qui est la plus pauvre en individus comme montre le **Tableau 2**. La pauvreté spécifique de ladite classe des *Euglenophyceae* s'expliquerait par la qualité physico-chimique de l'eau de la région prospectée. Ceci rejoint le constat de [24, 25, 32, 34] qui montre que "la qualité physico-chimique et bactériologique a un impact sur la richesse spécifique, la répartition ainsi que l'abondance des phytoplanctons dans un écosystème aquatique donné". La distribution des espèces et des individus des phytoplanctons dans les différentes classes d'algues inventoriées varie aussi d'un cours d'eau à un autre : Le grand nombre d'espèces d'algues est observé dans la rivière Nyabachiwesa, soit 38 espèces, suivi de la rivière Mushaba avec 37 espèces. Le moins élevé est observé dans la rivière Nyaweza avec 29 espèces dans le **Tableau 3**. Les résultats s'expliquent par le degré des activités anthropogéniques, l'ensoleillement et la vitesse du courant des eaux dans ses deux rivières, Nyabaciwesa et Mushaba; elles sont beaucoup exploitées par la population environnante et leurs bétails, plus ensoleillées et la vitesse du courant des eaux dans des rivières est moindre alors que la rivière Nyaweza est enclavée où les activités anthropogéniques n'existent pas.

Elle est peu fréquentée par la population et les bétails, moins ensoleillée et la vitesse du courant des eaux est très élevée. Ces mêmes résultats ont été observés par [4, 6, 7 - 13, 28, 31] qui ont prouvé que la richesse spécifique d'un cours d'eau en phytoplanctons est fonction des nutriments, luminosité, le courant des eaux et les fréquentations humaine et animale de ce cours d'eau. En effet, les résultats de l'analyse à une variance montrent qu'il y a une tendance de différence en espèces et en individus entre les cours d'eau de la région de Katana, mais cette différence n'est pas significative ($p = 0.7443$, $p > 0.05$). Cette différence non significative s'explique par le fait que presque tous les cours d'eau prospectés sont dans les mêmes conditions environnementales, mais aussi, les espèces de phytoplanctons observées sont des espèces cosmopolites [14, 23]. Le fait que les espèces de phytoplanctons soient cosmopolites explique leur fréquence et les indices H de shannon-weaver et J d'équitabilité comme montrent les résultats de [26, 27, 31, 34] que les espèces cosmopolites ont des fréquences soit constantes ou communes mais leurs indices de diversité H de shannon-weaver et J d'équitabilité n'évoluent pas dans le même sens que les fréquences comme trouvé par les résultats dans la région de Katana. La variation des phytoplanctons en fonction des familles et par sites

montre que la famille des *Bacillariophyceae* est la plus riche en espèces et celle des *Cyanophyceae* est la moins riche, cela respectivement dans les rivières Nyabaciwesa et Kaleba. La variation s'explique par le fait que les *Bacillariophyceae* comme les *Cyanophyceae* sont cosmopolites et préfèrent un cours d'eau à activités anthropogéniques intenses [8, 22, 23, 30, 33] comme le cours d'eau de Nyabaciwesa a des activités anthropogéniques intenses alors que le cours d'eau de Kaleba n'est presque pas fréquenté par la population comme le cours d'eau de Nyaweza. La similarité entre les courants d'eau qui ont fait l'objet de prospection pour cette étude s'explique par de petites différences d'ordre environnemental et écologique qui caractérisent et différencient un cours d'eau d'un autre et cela a une influence sur la répartition des espèces de phytoplanctons. Les résultats rejoignent ceux de [27, 30, 32] qui ont montré que la similarité entre le cours d'eau en rapport avec les espèces de phytoplanctons est fonction des facteurs environnementaux et écologiques du cours d'eau. Ainsi, l'étude s'avère indispensable sur le plan qualité physico-chimique des cours d'eau pour permettre d'analyser ces facteurs environnementaux et écologiques qui influencent la répartition, la fréquence, la variation des phytoplanctons dans les cours d'eau de la région de Katana et la similarité entre les cours d'eau de cette dernière région.

5. Conclusion

Le travail qui a porté sur l'étude des peuplements phytoplanctoniques des écosystèmes aquatiques de la région de Katana, côte occidentale du Lac Kivu, RD. Congo a été effectué dans dix cours d'eau de cette région. Les résultats obtenus montrent que les cours d'eau de la région de Katana renferment des phytoplanctons. Ces phytoplanctons comptent 46 espèces identifiées dans l'ensemble des 10 sites prospectés. Ces 46 espèces portent sur un effectif de 9831 individus répartis en cinq classes d'algues dont les *Chlorophyceae*, les *Bacillariophyceae*, les *Euglenophyceae*, les *Desmidiaceae* et les *Cyanophyceae*. La classe des *Bacillariophyceae* est la plus riche en espèces soit 23 espèces c'est-à-dire 50 % du total général d'espèces récoltées durant toute la période des investigations. Suivie de la classe des *Chlorophyceae* ayant 9 espèces, soit 19.6 % d'espèces, ensuite de la classe des *Cyanophyceae* avec 6 espèces, soit 13 % d'espèces, ensuite encore de la classe des *Desmidiaceae* possédant 5 espèces, soit 10.9 % d'espèces et enfin, la classe des *Euglenophyceae* avec 3 espèces, soit 6.5 % d'espèces, qui est la plus pauvre en espèces. Quant aux nombre d'individus, le maximum est de 4016 individus et le minimum est de 474 individus. La classe la plus riche en individus est celle des *Chlorophyceae* avec 4016 individus, soit 40.8 % d'individus; suivie des *Bacillariophyceae* ayant 3900 individus; soit 39.7 % d'individus, ensuite de la classe des *Desmidiaceae* avec 871 individus; soit 8.9 % d'individus, ensuite encore de la classe des *Cyanophyceae* avec 570 individus; soit 5.8 % d'individus et en fin, la classe des *Euglenophyceae* avec 474 individus; soit 4.8 % d'individus, qui est la plus pauvre en individus. Cette étude est une indication sur la diversité des phytoplanctons des cours d'eau de la région de Katana. Les résultats obtenus sont qualifiés de préliminaires et constituent l'amorce d'une étude de la diversité des phytoplanctons dans la région de Katana. Ainsi, elle a le mérite d'avoir suscité davantage l'intérêt pour l'exploration scientifique de ce vaste écosystème aquatique encore insuffisamment étudié.

Remerciements

Nous remercions tous les laborantins du laboratoire de Gestion Intégrée des Ressources en Eau, Section des Ecosystèmes Aquatiques du Département de l'Environnement au Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro (CRSN / Lwiro), ex-IRSAC en RD. Congo pour les travaux de terrain et de laboratoire effectués.

Références

- [1] - J. S. WROBLEWSKI et J. G. RICHMAN, The non-linear response of plankton to wind mixing events - implications for survey of larval nonhern anchovy. *Jour. Plankt. Res.*, 9 (1) (1987) 103 - 123
- [2] - H. WEIKERT, Zooplankton distribution and hydrography in the Mauritanian upwelling region off Northwest Africa, with special reference to the calanoid copepods. *Meeresforsch*, 30 (1984) 155 - 171
- [3] - H. WEIKERT, Some features of zooplankton distribution in the upper 200 m in the upwelling region off Northwest Africa. *Rapp. P.v. Réunion. Cons. in. Explor. Mer*, 180 (1982) 280 - 288
- [4] - M. MENIOUI, Etude faunistique et écologique des peuplements infralittoraux superficiels des côtes rocheuses du Maroc. I. Peuplement à *Padina pavonica*, *Arq. Mus. Bocage*, 2 (14) (1993) 287 - 300
- [5] - M. BAGALWA et B. BALUKU, Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains à Katana, Sud-Kivu, *Méd. Trop*, 57 (1997) 369 - 372
- [6] - S. DIXIT, J. P. SMOL, J. C. KINGSTON et D. F. CHARLES, Diatoms : powerful indicators of environmental change. *Environ, Sci. Technol.*, 26 (1) (1992) 23 - 33
- [7] - A. C. CHINDAH, I. C. ADUABOBO, A. B. SALOMON et A. AMADIA, The epibenthic algal community of the Bonny estuary, Niger Delta, Nigeria, *Acta Hydrobiol*, 35 (4) (1993) 307 - 320
- [8] - B. A. WHITTON et M. G. KELLY, Use of algae and other plants for monitoring rivers, *Australian Journal of Ecology*, 20 (45) (1995) 56
- [9] - R. L. LOWE et Y. PAN, Benthic algal communities and biological monitors. Pages 705739. In Stevenson R.J., Bothwell M., and Lowe R.L. *Algal ecology : freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, California, (1996)
- [10] - E. F. STORMER et J. P. SMOL, The Diatoms : Applications for the Environmental and Earth Science, *J. Phycol.*, 35 (1999) 1340 - 1342
- [11] - R. J. STEVENSON et J. P. SMOL, Use of algae in environmental assessments. In Wehr J.D. and Sheath R.G. (editors). *Freshwater algae in North America : classification and ecology*. Academic Press, San Diego, California, (2001)
- [12] - M. A. BISIMWA, B. BALUKU et M. F. NGERA, Estimation de la qualité des eaux des rivières Lwiro et Kabindi (Est de la RD Congo) à l'aide d'indice diatomique, *Cahier du CERUKI, Numéro Spécial CRSN-Lwiro*, (2009) 62 - 73
- [13] - M. A. BISIMWA, M. F. NGERA, K. BISIMWA, M. BAGALWA et N. MUSHAYUMA, A Preliminary Checklist of Epilithic Algae of Kahuzi-Biega National Park, Democratic Republic of the Congo, *Greener Journal of Biological Science*, 3 (8) (2013) 282 - 291
- [14] - W. J. M. BAHATI, Communautés des Algues Epilithiques des cours d'eau de la région de Lwiro, Est de la RD Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 15 (2) (2015) 424 - 431
- [15] - M. COSTE, Les diatomées indicatrices de la qualité de l'eau : une collaboration avec les agences de l'eau. [Online] Available: <http://WWW.cemagref.fr/Information>, (2003)
- [16] - B. FAWZI, M. CHLAÏDA, S. OUBRAMIM, M. LOUDIKI, B. SABOUR, ET A. BOUZIDI, Application de certains indices diatomiques à un cours d'eau Marocain : Oued Hassar, *Rev. Sci. Eau*, 14 (1) (2001) 73 - 89
- [17] - M. RICARD, Atlas du phytoplancton marin. Vol. 2. *Diatomophycées*. Ed. CNRS, Paris, (1987) 297
- [18] - H. GERMAIN, Flore des diatomées. Eaux douces et saumâtres. Boudée et Cie, Paris, (1981) 443
- [19] - R. PATRICK et C. W. REIMER, The diatoms of the United States. Monograph of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 13 (2) (1975) 213
- [20] - J. L. WILHM et T. C. DORRIS, Biological parameters for water quality criteria. *Bioscience*, 18 (1968) 477 - 491
- [21] - R. DAJOZ, Précis d'écologie. Ed Bordas, Paris, (1985) 505

- [22] - J.-J. SYMOENS, et A. WERFF, Les Diatomées des chutes de la Tshopo (Kisangani, Zaïre), *Bull. Jard. Bot. Nat. Bel.*, 62 (1993) 349 - 354
- [23] - R. MAILLARD, Contribution à la connaissance des diatomées d'eau de la Nouvelle Calédonie (Océanie), *Cah. ORSTOM., Sér. Hydrobiol.*, 12 (2) (1978) 143 - 172
- [24] - S. DIEL, ET W. C. M. KLEIN BRETELER, Growth and development of *Calan / US* spp. (Copepoda) during spring phytoplankton succession in the North Sea. *Mar. Biol.*, 91 (1986) 85 - 92
- [25] - Y. DANDONNEAU, Relations phytoplankton-zooplankton dans l'Atlantique tropical oriental. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 13 (3) (1975) 239 - 250
- [26] - A. OVIALL, Effects of different mixing schedules on phytoplankton, zooplankton and nutrients in marine microcosms. *Mar. Ecol. (Prog. Ser.)*, 4 (1) (1981) 57 - 67
- [27] - D. BINET, Phytoplankton et production primaire des régions côtières à up wellings saisonniers dans le golfe de Guinée. *Océanogr. trop.*, 18 (2) (1983 a) 331 - 355
- [28] - J. WOLLSCHLÄGER, K. H. WILTSHIRE, W. PETERSEN, et K. METFIES, Analysis of phytoplankton distribution and community structure in the German Bight with respect to the different size classes. *Journal of Sea Research*, 99(2015) 83 - 96
- [29] - S. BONATO, Etude de la variabilité spatiale et temporelle des communautés phytoplanctoniques en Manche Orientale - Utilisation de la cryométrie en flux de scanning. Ecologie, Environnement. Université e du Littoral Côte d'Opale, Thèse de doctorat, (2016) 213 p.
- [30] - U. CHRISTAKI, A. K. KORMAS, S. GENITSARIS, C. GEORGES, T. SIME-NGANDO, E. VISCOGLIOSI, S. MONCHY, Winter-Summer Succession of Unicellular Eukaryotes in a Meso- eutrophic Coastal System. *Microb. Ecol.*, (67) (2014) 13 - 23
- [31] - E. HOULIEZ, F. LIZON, L. F. ARTIGAS, S. LEFEBVRE, F. G. SCHMITT, Spatio-temporal variability of phytoplankton photosynthetic activity in a macrotidal ecosystem (the Strait of Dover, eastern English Channel). *Estuary Coast. Shelf Sci.*, (129) (2013) 37 - 48
- [32] - A. C. MARTINY, C. T. A. PHAM, F. W. PRIMEAU, J. A. VRUGT, J. K. MOORE, S. A. LEVIN, M. W. LOMAS, Strong latitudinal patterns in the elemental ratios of marine plankton and organic matter. *Nat. Geosci.*, (6) (2013) 279 - 283
- [33] - M. THYSSEN, S. ALVAIN, A. LEFÈBVRE, D. DESSAILLY, M. RIJKEBOER, N. GUISELIN, V. CREACH ET L. F. ARTIGAS, Phytoplankton community structure in the North Sea : coupling between remote sensing and automated in situ analysis at the single cell level. *Biogeosciences Discussions*, 11 (11) (2014 a) 15621 - 15662
- [34] - M. THYSSEN, G. J. GRÉGORI, J. M. GRISONI, M. L. PEDROTTI, L. MOUSSEAU, L. F. ARTIGAS, S. MARRO, N. GARCIA, O. PASSAFIUME, M. J. DENIS, Onset of the spring bloom in the northwestern Mediterranean Sea : influence of environmental pulse events on the in situ hourly-scale dynamics of the phytoplankton community structure. *Frontiers in microbiology*, (5) (2014 b) 387 p.