



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE
UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

ANNEE : 2020-2021

N° D'ORDRE : 034

CANDIDAT

Nom : ATTOUNGBRE

Prénoms : Kouakou Séverin

THESE

Pour l'obtention du grade de Docteur de
l'Université Jean LOROUGNON GUEDE

Mention : Ecologie, Biodiversité et Evolution

Spécialité : Hydrobiologie

Caractérisation de la qualité écologique des lacs Dohou
(Duékoué) et Buyo (Guéssabo) dans le bassin du Sassandra
(Ouest, Côte d'Ivoire) à partir du peuplement phytoplanctonique

JURY

Président : M. KOUADIO Yatty Justin, Professeur Titulaire, Université
Jean Lorougnon Guédé

Directeur : Mme TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE, Professeur
Titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé

Co-Directeur : Mme NIAMIEN-EBROTTIE Julie Estelle, Maître de
Conférences, Université Nangui Abrogoua

Rapporteur : M. GROGA Noël, Maître de Conférences, Université Jean
Lorougnon Guédé

Examineur : M. COULIBALY Kalpy Julien, Maître de Recherche,
Institut Pasteur de Côte d'Ivoire

Examineur : M. ASSEMIAN N'guessan Emmanuel, Maître de
Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé

Soutenue publiquement
le :17 juin 2021

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	v
REMERCIEMENTS.....	vi
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	xi
LISTE DES ANNEXES.....	xiv
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : GENERALITES.....	6
1.1. Zone d'étude.....	7
1.1.1. Situation géographique et caractéristiques générales.....	7
1.1.2. Présentation des lacs étudiés	7
1.1.2.1. Lac Buyo	7
1.1.2.2. Lac Dohou	8
1.1.3. Climat et végétation	9
1.1.4. Relief et sols	9
1.1.5. Hydrographie.....	9
1.1.6. Activités économiques	11
1.2. Données biologiques d'étude antérieures sur les lacs étudiés.....	11
1.2.1. Végétation aquatique (macrophyte)	11
1.2.2. Macro-invertébrés	12
1.2.3. Peuplement de poissons	12
1.2.4. Zooplancton.....	12
1.3. Phytoplancton.....	13
1.3.1. Définition du phytoplancton.....	13
1.3.2. Diversité taxonomique	13
1.3.3. Ecologie du phytoplancton.....	18
1.3.3.1. Habitat	18
1.3.3.2. Rôle du phytoplancton dans les écosystèmes aquatiques.....	19
1.3.3.3. Facteurs de contrôle du phytoplancton.....	19
1.3.3.3.1. Contrôle biotique.....	20
1.3.3.3.2. Contrôle abiotique.....	20
1.3.3.4. Stratégies adaptatives	21
1.3.5. Phytoplancton et bioindication.....	21

1.3.5.1. Sensibilité aux conditions du milieu	22
1.3.7.2. Utilisation du phytoplancton dans la bioindication.....	22
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	24
2.1. Matériel	25
2.1.1. Matériel de localisation des stations et prises de vues	25
2.1.2. Matériel de mesure des paramètres physicochimiques	25
2.1.3. Matériel d'échantillonnage et de conservation du phytoplancton.....	26
2.1.4. Matériel d'observation et de dénombrement du phytoplancton.....	26
2.1.5. Matériel de dosage de la chlorophylle <i>a</i> (Chl <i>a</i>)	27
2.2. Méthodes	27
2.2.1. Choix et description des stations d'échantillonnage	27
2.2.2. Prélèvement des échantillons et mesure des paramètres physicochimiques	32
2.2.3. Echantillonnage des organismes phytoplanctoniques	33
2.2.4. Observation, identification et dénombrement des organismes phytoplanctoniques	34
2.2.4.1. Observation et identification	34
2.2.4.2. Dénombrement	34
2.2.5. Composition de la communauté du phytoplancton	35
2.2.5.1. Richesse taxinomique.....	35
2.2.5.2. Pourcentage d'occurrence	35
2.2.6. Structure et déterminisme de la communauté du phytoplancton	35
2.2.6.1. Degré d'organisation	35
2.2.6.1.1. Indice de Shannon	35
2.2.6.1.2. Indice d'équitabilité de Piélou	36
2.2.6.2. Stabilité de la communauté du phytoplancton	36
2.2.6.2.1. Variation de la diversité	36
2.2.6.2.2. Similarité entre deux communautés.....	36
2.2.6.3. Détermination de la chlorophylle <i>a</i>	37
2.2.7. Evaluation de la qualité écologique des eaux.....	38
2.2.7.1. Indice de trophie.....	38
2.2.7.2. Indice planctonique	38
2.2.7.3. Détermination des groupes fonctionnels	39
2.2.8. Traitements statistiques des données.....	45
2.2.8.1. Analyses univariées.....	45

2.2.8.2. Analyses multivariées	45
2.2.8.2.1. Analyse en Composantes Principales	45
2.2.8.2.2. Analyse canonique	46
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	47
3.1. Caractéristiques physicochimiques des eaux des lacs Dohou et Buyo	48
3.1.1. Résultats	48
3.1.1.1. Paramètres physicochimiques	48
3.1.1.1.1. Variations spatiales	48
3.1.1.1.2. Variations temporelles	52
3.1.1.2. Typologies abiotiques	57
3.1.1.2.1. Regroupements spatiaux	57
3.1.1.2.2. Regroupements temporels.....	59
3.1.2. Discussion	61
3.2. Composition du phytoplancton des lacs Dohou et Buyo	63
3.2.1. Résultats	63
3.2.1.1. Inventaire taxinomique global.....	63
3.2.1.2. Richesse taxinomique du lac Dohou	83
3.2.1.3. Richesse taxinomique du lac Buyo	84
3.2.3. Discussion	86
3.3. Structure et déterminisme de la communauté du phytoplancton des lac Dohou et lac Buyo	88
3.3.1. Résultats	88
3.3.1.1. Structure de la communauté du phytoplancton	88
3.3.1.1.1. Densité du phytoplancton.....	88
3.3.1.1.1.1. Variations spatiales	88
3.3.1.1.1.2. Variations temporelles	92
3.3.1.1.2. Degré d'organisation de la communauté phytoplanctonique.....	96
3.3.1.1.2.1. Indice de Shannon.....	96
3.3.1.1.2.1.1. Variations spatiales	96
3.3.1.1.2.1.2. Variations temporelles.....	97
3.3.1.1.2.2. Indices d'équitabilité.....	98
3.3.1.1.2.2.1. Variations spatiales	98
3.3.1.1.2.2.2. Variations temporelles.....	99
3.3.1.3. Stabilité et persistance du peuplement phytoplanctonique	100

3.3.1.3.1. Variations de la diversité de Shannon	100
3.3.1.3.2. Similarité de la communauté du phytoplancton.....	101
3.3.1.4. Estimations de la chlorophylle <i>a</i>	102
3.3.1.4.1. Variations spatiales	102
3.3.1.4.2. Variations temporelles	103
3.3.1.2. Déterminisme du phytoplancton	104
3.3.1.2.1. Déterminisme spatial.....	104
3.3.2.1.2. Déterminisme temporel.....	106
3.3.2. Discussion	109
3.4. Qualité écologique des lacs Dohou et Buyo.....	111
3.4.1. Résultats	111
3.4.1.1. Etat trophique	111
3.4.1.2. Etat écologique	111
3.4.1.3. Groupes fonctionnels phytoplanctoniques et leurs dynamiques	112
3.4.1.3.1. Groupes fonctionnels phytoplanctoniques	112
3.4.1.3.2. Dynamique des groupes fonctionnels	113
3.4.1.3.2.1. Variations spatiales	113
3.4.1.3.2.2. Variations temporelles	115
3.4.2. Discussion	118
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	120
REFERENCES.....	123

DEDICACE

Je dédie cette thèse à la mémoire de feu Professeur KONAN Koffi Félix disparu trop tôt. Puisse Dieu le tout puissant lui accorder sa sainte miséricorde.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre des activités du programme de recherche « Approche écosystémique de l'économie de la pêche à Guéssabo (Haut-Sassandra, Côte d'Ivoire) ». Ce programme a été initié et financé par le Groupe de Recherche en Hydrobiologie et en Ingénierie Ecologique (GRHE) (UFR - Environnement / Université Jean LOROUGNON GUEDE).

J'adresse mes remerciements aux membres de ce Groupe de Recherche.

Avec modestie, je témoigne ma profonde et sincère gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation du présent mémoire de thèse. L'aide bienveillante, la disponibilité, les conseils, de ces personnes ont été pour moi un soutien incontestable. Qu'elles reçoivent ma reconnaissance pour tous leurs efforts consentis dans ce travail.

Je remercie, avant tout, le Professeur TIDOU A. Sonogo épouse KONE, Présidente de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE pour m'avoir permis de réaliser cette thèse au sein de l'institution qu'elle dirige et pour avoir accepté d'assurer la direction de ce travail dans son achèvement. Je lui suis reconnaissant pour sa disponibilité.

J'exprime ma profonde gratitude au Professeur KONE Tidiani, Vice-Président de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE chargé de la Pédagogie, de la Recherche, de la Vie universitaire et de l'Innovation technologique pour ses sages conseils et ses encouragements.

J'exprime particulièrement ma profonde gratitude et mes remerciements, au Professeur Feu KONAN K. Félix pour avoir bien voulu, toutes ces années, guider mes pas dans la recherche scientifique et dans l'élaboration de cette thèse. Ses analyses et critiques scientifiques ainsi que sa rigueur dans le travail bien fait me furent d'un soutien considérable. Je lui suis sincèrement redevable pour son dévouement et ses conseils qui ont été déterminants dans l'accomplissement de ce mémoire. Grande est ma satisfaction d'avoir travaillé à ses côtés.

Je tiens à exprimer mes remerciements au Directeur de l'UFR Environnement de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, le Professeur KOUASSI K. Lazare pour avoir accepté mon inscription au sein de l'UFR.

J'adresse également mes remerciements au Professeur KOFFI B. Jean Claude, Directeur du Laboratoire de Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes Tropicaux pour avoir permis mon intégration au sein dudit laboratoire.

Je suis reconnaissant au Docteur NIAMIEN-EBROTTIE J. Estelle (Maître de Conférences) à l'Université Nangui Abrogoua pour avoir assuré la codirection de cette thèse. Je lui dis merci

pour sa disponibilité. Son implication dans ce travail et son professionnalisme ont été déterminants dans la réalisation du mémoire.

A toute l'équipe de recherche en hydrobiologie de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, j'adresse mes sincères remerciements, particulièrement, le Professeur KONE Tidiani, les Docteurs BONY K. Yves, ASSEMIAN N. Emmanuel, ALIKO N. Gustave, BOUSSOU K. Charles et YOBOUE-KOUAME A. Nicole (Maître de Conférences), KOUAME K. Martin, KONE Mamadou et ADON M. Paulette (Maître Assistant), DJIRIEOULOU K. Claver (Assistant), ASSI S. Romuald et DOFFOU R. Jean-Olive pour leur précieux soutiens, aides et conseils durant ces années d'étude.

A mes compagnons de thèse (KOFFI A. Mathias, KOUAME K. Benoît, OUATTARA M., AKACHI A. Agnès) et aux cadets doctorants (KOUAME A. Hortense, KOUADIO K. Antoine, GBALO B.B. Melaine.), j'exprime mes sincères remerciements pour leurs soutiens, encouragements et aides dans la réalisation de ce mémoire.

J'adresse également mes vifs remerciements à l'ensemble des enseignants de l'UJLoG sans oublier le personnel administratif et technique pour leur appui dans ma formation.

Je remercie ma famille, en particulier mon père KOUAKOU A. Benoit et ma mère Feue KAHAN A. Naka, pour leur grand amour, leurs conseils, leur soutien financier et spirituel qui m'ont permis de persévérer pendant les moments difficiles de ces années de travail.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

Acro	: Acronyme
ACP	: Analyses en Composantes Principales
AFNOR	: Association Française de NORmalisation
DCE	: Directive Cadre sur l'Eau
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
OCDE	: Organisation de Coopération et de Développement Economiques
RDA	: <i>ReDundancy Analysis</i>
SODECI	: Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire
UFR	: Unité de Formation et de Recherche
SODEXAM	: Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Coordonnées géographiques et description des stations d'échantillonnage retenues sur le lac Dohou.....	29
Tableau II : Coordonnées géographiques et description des stations d'échantillonnage retenues sur le lac de Buyo	31
Tableau III : Classification trophique des eaux selon l'OCDE (1982)	38
Tableau IV : Coefficients attribués (Qi) aux groupes algaux repères	39
Tableau V : Classes d'abondances relatives	39
Tableau VI : Valeurs des limites de classement de l'Indice planctonique pour les plans d'eau selon la D.C.E (2000).....	39
Tableau VII : Présentation des groupes fonctionnels (Reynolds <i>et al.</i> , 2002) et description de l'habitat-type, des taxons représentatifs, des tolérances et des sensibilités des codons.....	41
Tableau VIII : Variations saisonnière des paramètres physicochimiques des lacs Dohou et Buyo.	56
Tableau IX : Composition phytoplanctonique lac Dohou et du lac Buyo..	64
Tableau X : Proportions des différents embranchements phytoplanctoniques des lacs étudiés.	82
Tableau XI : Contributions des embranchements dans la composition taxinomique du peuplement phytoplanctonique du lac Dohou.....	83
Tableau XII : Répartition des taxons du lac Dohou selon leur occurrence.....	84
Tableau XIII : Contributions des embranchements dans la composition taxinomique du peuplement phytoplanctonique du lac Buyo.	85
Tableau XIV : Répartition des taxons du lac Buyo selon leur occurrence.	85
Tableau XV : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par station du lac Dohou.....	91
Tableau XVI : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par station du lac Buyo.....	91
Tableau XVII : Variations saisonnières de la densité phytoplanctonique du lac Dohou et du lac Buyo.	93
Tableau XVIII : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par mois du lac Dohou.	95
Tableau XIX : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par mois du lac Buyo.....	95

Tableau XX : Variations saisonnières de l'indice de diversité de Shannon des lacs Dohou et Buyo.	98
Tableau XXI : Variations saisonnières de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou et Buyo.	100
Tableau XXII : Variations des valeurs moyennes de la diversité de Shannon entre les saisons du lac Dohou.	100
Tableau XXIII : Variations des valeurs moyennes de la diversité de Shannon entre les saisons du lac Buyo.....	101
Tableau XXIV : Pourcentage de similarité entre les structures phytoplanctonique des stations du lac Dohou.	101
Tableau XXV : Pourcentage de similarité entre les structures phytoplanctoniques des stations du lac Buyo.....	102
Tableau XXVI : Valeurs moyennes saisonnières de la chlorophylle <i>a</i> dans le lac Dohou. ...	104
Tableau XXVII : Valeurs propres et pourcentages de variances cumulés des axes extraits du RDA du déterminisme spatial.	105
Tableau XXVIII : Valeurs propres et pourcentages de variances cumulés des axes extraits du RDA du déterminisme temporel.	107
Tableau XXIX : Classification trophique des eaux du lac Dohou.	111
Tableau XXX : Classification trophique des eaux du lac Buyo.....	111
Tableau XXXI : Etat écologique des différentes stations du lac Dohou selon les valeurs de l'indice planctonique.	112
Tableau XXXII : Etat écologique des différentes stations du lac Buyo selon les valeurs de l'indice planctonique.	112
Tableau XXXIII : Groupes fonctionnels phytoplanctoniques à partir des espèces dominantes (contribution $\geq 3\%$ de la densité totale) du lac Dohou.....	113
Tableau XXXIV : Groupes fonctionnels phytoplanctoniques à partir des espèces dominantes (contribution $\geq 3\%$ de la densité totale) du lac Buyo.	113
Tableau XXXV : Variations des moyennes saisonnières des groupes fonctionnels du peuplement phytoplanctonique du lac Dohou.	117
Tableau XXXVI : Variations des moyennes saisonnières des groupes fonctionnels du peuplement phytoplanctonique du lac Buyo.	117

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Zone d'étude localisée dans le bassin du fleuve Sassandra 7

Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude sur la période 2000-2014 9

Figure 3 : Profil longitudinal du bassin versant du Sassandra 10

Figure 4 : Vue des macrophyte. 12

Figure 5 : Vue de quelques espèces de Cyanobacteria..... 14

Figure 6 : Vue de quelques espèces de Bacillariophyta 15

Figure 7 : Vue de quelques espèces de Chlorophyta..... 16

Figure 8 : Vue de quelques espèces de Pyrrophyta 16

Figure 9 : Vue de quelques espèces de Chrysophyta 17

Figure 10 : Vue de quelques espèces de Euglenophyta 17

Figure 11 : Vue de quelques espèces de Xanthophyta 18

Figure 12 : Schéma illustrant les procédés de la pompe de solubilité et de la pompe biologique des océans..... 19

Figure 13 : Matériel de localisation des stations et prises de vues..... 25

Figure 14 : Matériel utilisé pour les mesures physicochimiques des eaux des lacs étudiés 25

Figure 15 : Matériel utilisé pour l'échantillonnage, la conservation des communautés phytoplanctoniques et des échantillons destinés au dosage des sels nutritifs et de la chlorophylle *a*. 26

Figure 16 : Matériel d'observation et d'analyse des communautés phytoplanctoniques..... 26

Figure 17 : Matériel de dosage de la chlorophylle *a* 27

Figure 18 : Localisation des stations d'échantillonnage sur les lacs Dohou à Duékoué et Buyo à Guéssabo..... 28

Figure 19 : Variations spatiales de la température, de la conductivité, du pH et de la transparence des lacs Dohou et Buyo. 49

Figure 20 : Variations spatiales de la profondeur, des nitrates, des nitrites, de l'azote total et du phosphore total dans les lacs Dohou et Buyo. 51

Figure 21 : Variations des moyennes mensuelles de la température, de la conductivité, du pH et de la transparence des lacs Dohou et Buyo. 53

Figure 22 : Variations des moyennes mensuelles de la profondeur, des nitrates, des nitrites, de l'azote total et du phosphore total dans les lacs Dohou et Buyo. 55

Figure 23 : Ordination spatiale en fonction des variables abiotiques dans le lac Dohou à partir d'une analyse en composantes principales (ACP) 57

Figure 24 : Ordination spatiale en fonction des variable abiotiques dans le lac Buyo à partir d'une analyse en composantes principales (ACP)	58
Figure 25 : Ordination mensuelle en fonction des variables abiotiques dans le lac Dohou à partir d'une analyse en composantes principales (ACP).	59
Figure 26 : Ordination mensuelle en fonction des variables abiotiques dans le lac Buyo à partir d'une analyse en composantes principales (ACP).	60
Figure 27 : Proportions des embranchements phytoplanctoniques par station dans le lac Dohou.	84
Figure 28 : Proportions des embranchements phytoplanctoniques par station dans le lac Buyo.	85
Figure 29 : Variations spatiales de la densité absolue phytoplanctonique du lac Dohou.	88
Figure 30 : Variations spatiales de la densité absolue phytoplanctonique du lac Buyo.....	88
Figure 31: Variations spatiales de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanctonique du lac Dohou.....	90
Figure 32 : Variations spatiales de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanctonique du lac Buyo.....	90
Figure 33 : Variations mensuelles de la densité phytoplanctonique du lac Dohou.....	92
Figure 34 : Variations mensuelles de la densité phytoplanctonique du lac Buyo.....	92
Figure 35 : Variations mensuelles de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanctonique du lac Dohou.....	93
Figure 36 : Variations mensuelles de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanctonique du lac Buyo.....	94
Figure 37: Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.	96
Figure 38: Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.	96
Figure 39 : Variations des moyennes mensuelles de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.	97
Figure 40 : Variations des moyennes mensuelles de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.	97
Figure 41 : Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.	98
Figure 42 : Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.	99

Figure 43 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.....	99
Figure 44 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.....	100
Figure 45 : Variations spatiales des valeurs moyennes de la chlorophylle <i>a</i> du lac Dohou. .	102
Figure 46 : Variations spatiales des valeurs moyennes de la chlorophylle <i>a</i> du lac Buyo.....	103
Figure 47 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de la chlorophylle <i>a</i> dans le lac Dohou.	103
Figure 48 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de la chlorophylle <i>a</i> dans le lac Buyo.	104
Figure 49 : Ordination spatiale en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Dohou sur les deux premiers axes.....	105
Figure 50 : Ordination spatiale en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Buyo sur les deux premiers axes.....	106
Figure 51 : Ordination temporelle en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Dohou sur les deux premiers axes.....	107
Figure 52 : Ordination temporelle en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Buyo sur les deux premiers axes.....	108
Figure 53 : Variations spatiales des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Dohou.	114
Figure 54 : Variations spatiales des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Buyo.....	115
Figure 55 : Variations mensuelles des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Dohou.....	116
Figure 56 : Variations mensuelles des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Buyo.....	116

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE : Planches des différents taxons inventoriés dans les différentes stations des lacs étudiés.

INTRODUCTION

La préservation de l'environnement est une préoccupation au niveau mondial, puisqu'elle constitue l'un des trois piliers du développement durable (Eguibeguy, 2005). Or, le développement urbain se faisant généralement à proximité des milieux aquatiques, les bassins versants des cours d'eau sont des lieux privilégiés d'installation d'activités économiques (agriculture, urbanisation, industries, ...) (Salla, 2015). Du fait de ces pressions, de nombreux plans d'eau dans le monde souffrent d'eutrophisation et la qualité de leurs eaux sont, souvent, fortement dégradée (Carpenter *et al.*, 1998 ; Cooke *et al.*, 2005). En effet, les rejets liés à ces activités anthropiques modifient les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de ces plans d'eau (Mooij *et al.*, 2005 ; Blenckner *et al.*, 2007).

Par ailleurs, selon ILEC (1997), six risques majeurs sont susceptibles d'affecter les lacs et réservoirs de la planète. Ce sont la sédimentation, la diminution des volumes d'eau, la contamination par des substances toxiques, l'eutrophisation, l'acidification, la destruction des écosystèmes et des espèces endémiques.

Dans l'optique d'une gestion à long terme des ressources en eau afin de préserver leur équilibre écologique, la connaissance de leur état écologique et la mise en place d'un système pour leur surveillance s'avère impérieuse.

La mesure des paramètres physicochimiques qui permet de recueillir des informations simples et ponctuelles constitue la pratique de base de la surveillance de la qualité des milieux aquatiques. Ainsi de nombreuses études ont montré que les facteurs environnementaux notamment les facteurs physiques et chimiques semblent influencer la structure des communautés aquatiques (Talling, 1986 ; Sommer, 1987 ; Grobbelaar, 1992 ; Berman & Shteinman, 1998 ; Reynolds, 1998 ; Naselli-Flores, 2000 ; Thomas *et al.*, 2000). Avec l'évolution des techniques, ce mode de suivi basique de la qualité des hydrosystèmes s'est complété, amélioré et perfectionné.

Aussi, la qualité écologique des milieux dans la durée peut être évaluée par l'étude des communautés aquatiques qui intègrent mieux l'ensemble des variations biotiques et abiotiques de l'environnement sur de longues échelles de temps (Lowe & Pan, 1996). Les communautés biologiques sont de véritables sentinelles reflétant les conditions de leur milieu de vie (Blandin, 1986). En effet, grâce à leur sensibilité, les organismes vivants répondent à une large gamme de facteurs d'origines anthropique et naturelle selon Rabeni (2000). Ces changements pouvant concerner les aspects physiques, chimiques, biologiques et l'habitat de l'hydrosystème mais également peuvent provenir du bassin versant.

La bioévaluation est donc une méthode complémentaire au contrôle de la qualité de l'eau et non pas une substitution (Yoder, 1995). Cependant les organismes potentiellement indicateurs de la qualité écologique doivent respecter certains critères (Blandin, 1986 ; DCE, 2000). Les organismes éligibles doivent être : abondants et présents dans tous les différents milieux étudiés, faciles à prélever, analysables à moindre coûts, utilisables à grande échelle et sensibles aux variations des conditions environnementales. Ce dernier critère implique un cycle de développement des organismes relativement court pour pouvoir intégrer les changements du milieu dans des délais assez courts (Blandin, 1986).

Dans une telle approche, le phytoplancton représente un outil idéal du point de vue biomasse. Il constitue une composante essentielle des milieux aquatiques avec des temps de génération assez courts. Le phytoplancton, à la base de la chaîne trophique, joue un rôle majeur dans le fonctionnement et le maintien des écosystèmes aquatiques, puisqu'il produit de l'oxygène nécessaire à la survie des communautés hétérotrophes (poissons, zooplancton, crustacés) grâce à la photosynthèse (Reynolds, 1998 ; Hansen *et al.*, 2001). De plus, il constitue d'une part une source de nourriture pour les consommateurs et assure le transfert d'énergie vers les niveaux trophiques plus élevés (Hecky & Kling, 1981 ; Henning *et al.*, 1991 ; Sevrin-Reyssac, 1997 ; Pinel-Alloul *et al.*, 1998 ; Angelier, 2000 ; Schlumberger & Bouretz, 2002). Ce groupe biologique contribue à l'épuration du milieu par l'absorption des éléments minéraux dissous nécessaires à sa croissance. Le phytoplancton est donc fortement contrôlé par les conditions du milieu (Padisak *et al.*, 2006 ; Salmaso *et al.*, 2006 ; Anneville *et al.*, 2008). Il est considéré comme étant la première communauté biologique à répondre aux pollutions anthropiques, aux variations climatiques, aux vieillissements des écosystèmes aquatiques, etc. Cependant, un développement excessif du phytoplancton affecte la qualité des eaux de consommation et la composition des communautés biologiques, mais favorise la production de substances toxiques de certaines espèces phytoplanctoniques (Landsberg 2002 ; Smith, 2003 ; Rondel *et al.*, 2008 ; Carmichael *et al.*, 2010) pouvant provoquer des problèmes d'ordre écologique et sanitaire.

Selon Fqih-Berrada *et al.* (2000) et Hays *et al.* (2005), le plancton est l'un des indicateurs des changements climatiques les plus fiables du fait :

- de l'inexploitation par l'homme ;
- du cycle de vie court qui permet le suivi de l'évolution de la taille de la population ;
- de la dépendance du plancton face à la température et aux courants qui fait que le moindre changement de ces facteurs influence la distribution planctonique ;

- de la non linéarité de la réponse biologique qui met en évidence les perturbations quelles qu'elles soient, même les plus discrètes.

Cette communauté biologique a été recommandée par la DCE (Directive Cadre sur l'Eau ; directive européenne du 23 décembre 2000) comme un indicateur potentiel de qualité biologique pour les lacs puisqu'elle répond aux changements trophiques des masses d'eau. Ainsi, plusieurs indices, basés sur le préférendum écologique d'espèces d'algues ont été développés et utilisés pour l'évaluation de la qualité écologique des milieux aquatiques dans certains pays d'Europe (Wolfram & Dokulil, 2007 ; Feret & Laplace-Treytore, 2013). En outre, selon Ba (2006), la communauté phytoplanctonique permet d'établir de véritables outils de diagnose et d'évaluation de pollution.

Plusieurs études sur le phytoplancton des écosystèmes tropicaux, particulièrement, les milieux lacustres ont été réalisées. Cependant peu d'entre elles ont pris en compte les indices de qualité définis à partir de cette communauté biologique pour l'évaluation de la qualité des écosystèmes aquatiques. En Côte d'Ivoire, peu de travaux ont été réalisés sur le peuplement phytoplanctonique des milieux lacustres et ont porté généralement sur la connaissance taxonomique et le fonctionnement de ces écosystèmes ; notamment ceux de Traoré (1977) ; Guiral *et al.* (1993) ; Ouattara (2000) ; Da (2007) ; Grogga (2012) ; Adon (2013) ; Adon *et al.* (2017). Seuls les travaux de Ouattara (2000) sur le lac d'Ayamé, de Grogga (2012) sur le lac Taabo et d'Adon *et al.* (2017) sur le lac Kossou ont abordé la qualité écologique. Les études algologiques des eaux du Bassin du Sassandra sont rares et sont celles de Grogga *et al.*, 2017 sur la Lobo et de Sangné *et al.*, 2019 dans les bassins d'une station d'épuration des eaux usées du centre hospitalier régional de Daloa. De ce qui précède, il ressort que le phytoplancton du lac Dohou et du lac Buyo est méconnu d'où l'intérêt de la présente étude. La zone du lac Buyo à Guéssabo, située à l'extension amont du lac de Buyo et le lac Dohou à Duékoué font partie du bassin du Sassandra dans la région du Guémon. Ces lacs sont influencés par les activités agricoles, la pêche et diverses autres activités anthropiques. En effet, ceux-ci reçoivent d'énormes quantités de nutriments notamment l'azote et le phosphore à partir des rejets d'effluents urbains, domestiques et agricoles favorisant l'envahissement par endroit de végétaux aquatiques (*Salvinia molesta*, *Eichhornia crassipes*). L'ampleur des apports exogènes est susceptible d'affecter considérablement la qualité écologique de ces plans d'eau. Or, le lac Dohou est utilisé par la société de production d'eau potable en Côte d'Ivoire (SODECI) pour l'alimentation de la ville de Duékoué. Celui de Buyo est une source potentielle d'adduction en

eau potable pour les villes environnantes. De ce fait, l'évaluation de la qualité des eaux des lacs Dohou et Buyo est nécessaire à partir de la connaissance des communautés phytoplanctoniques. Le principal objectif de ce travail est de connaître l'état écologique des eaux du lac Dohou et celles du lac Buyo pour une meilleure gestion. De façon spécifique, il s'agit :

- de caractériser l'environnement physico-chimiques des eaux des lacs Buyo et Dohou ;
- de déterminer la composition des organismes phytoplanctoniques des lacs Buyo et Dohou ;
- de déterminer la structure des communautés phytoplanctoniques et leur déterminisme dans ces hydrosystèmes lacustres ;
- d'évaluer la qualité écologique des lacs Buyo et Dohou.

Le contenu de ce mémoire s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre porte sur les généralités relatives à la zone d'étude et au phytoplancton. Le deuxième chapitre énonce le matériel et les méthodes utilisés pour mener cette étude. Le dernier chapitre présente les résultats et les discussions. Le mémoire s'achève par une conclusion et des perspectives de recherche.

CHAPITRE I : GENERALITES

1.1. Zone d'étude

1.1.1. Situation géographique et caractéristiques générales

La zone d'étude est localisée dans le sous bassin du Sassandra au niveau de la région du Guémon entre 6,82 et 7,91 de longitude Ouest et entre 6,33 et 7,23 de latitude Nord. Les sites échantillonnés sont le lac Dohou à Duékoué et le lac Buyo à Guéssabo situés à l'Ouest de la Côte d'Ivoire dans le Bassin du fleuve Sassandra (Figure 1).

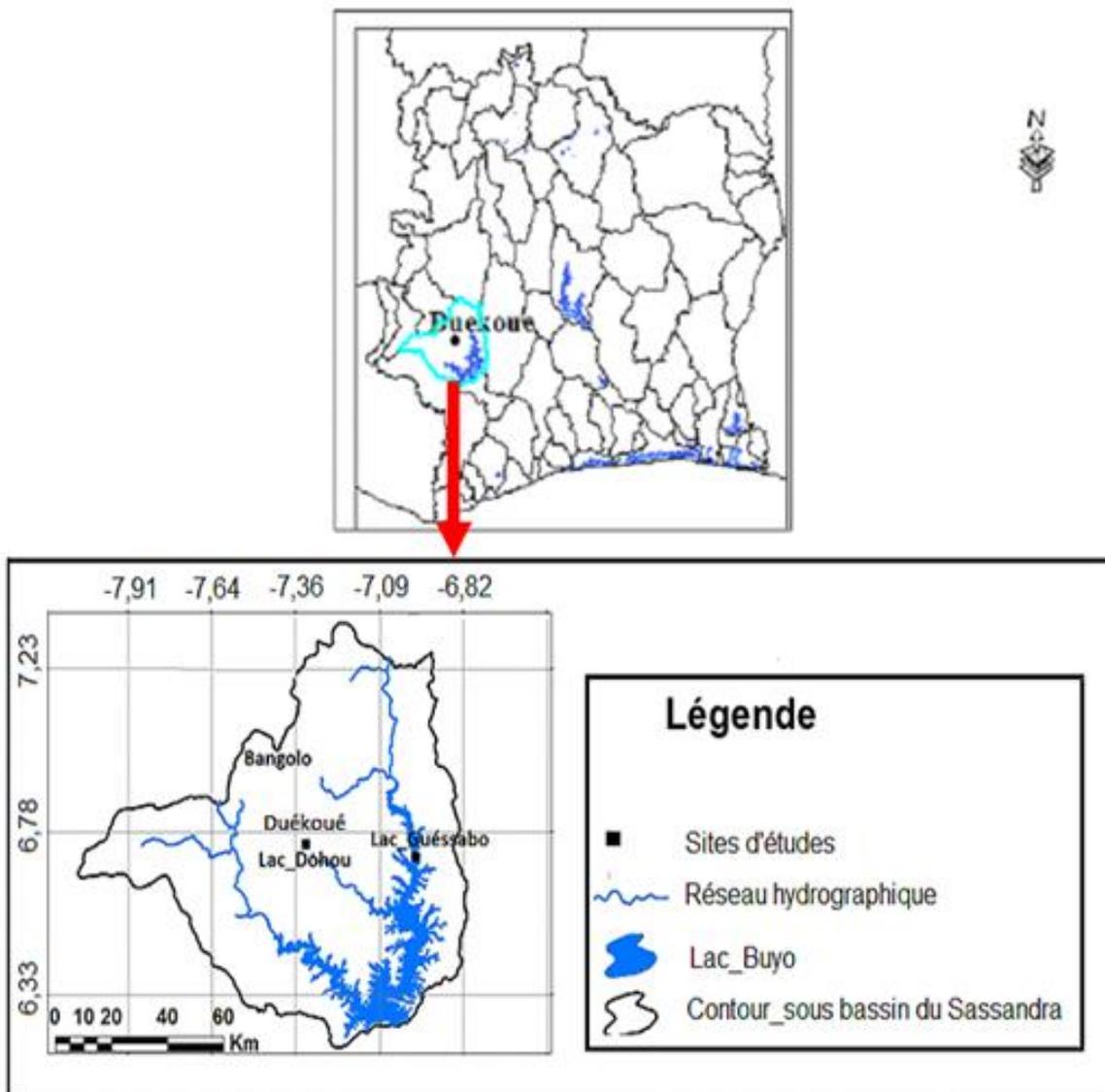


Figure 1 : Zone d'étude localisée dans le bassin du fleuve Sassandra (Côte d'Ivoire).

1.1.2. Présentation des lacs étudiés

1.1.2.1. Lac Buyo

Le lac de barrage de Buyo doit son existence à la construction du barrage hydroélectrique en 1981 sur le principal fleuve de la région, le Sassandra, dont la superficie moyenne est estimée à 600 km². Ce fleuve est compris entre 6,90 et 7,51 de longitude Ouest et entre 1,23 et 7,05 de

latitude Nord couvrant une superficie de 920 km² avec un bassin versant de 75 000 km² (Kouamé *et al.*, 2006). De par sa superficie, ce lac constitue le deuxième lac hydroélectrique de Côte d'Ivoire après celui de Kossou. Selon Mambo *et al.* (2001), cet hydrosystème est caractérisé par des régimes hydrologiques dépendant des apports du Sassandra et ses affluents (N'zo, Bafing, Lobo, Davo, Feredougouba et Boa). Les régimes hydrologiques et leurs périodes sont :

- la décrue, rapide du Sassandra jusqu'à la période d'étiage pendant laquelle le débit tombe à une très faible valeur correspondant à la période des basses eaux. Cette période s'étend de décembre à mai.
- la remontée irrégulière des eaux, cumulant les précipitations et les crues du Sassandra correspondent à la période des hautes eaux. La période s'observe de mai à décembre.

Le site d'étude est situé à l'ouest de la Côte d'Ivoire à 3 Km de Guéssabo sur l'axe- Guéssabo - Duékoué. Le secteur du lac échantillonné est géolocalisé entre 7,004 et 6,969 de longitude Ouest et entre 6,7169 et 6,7785 de latitude Nord. Cette zone d'étude fait partie de la branche fluvio-lacustre du Sassandra qui couvrent un bassin versant de 32 462 km² (Die, 2006). La surface échantillonnée au cours de ce travail dans la zone amont du lac de Buyo à Guéssabo est d'environ 17 km².

1.1.2.2. Lac Dohou

Le lac Dohou est situé dans la ville de Duékoué à 450 km d'Abidjan entre 7,355 et 7,367 de longitudes Ouest et entre 6,7520 et 6,7623 de latitudes Nord. Chef-lieu de la Région du Guémon, Duékoué est limitée au Nord par les départements de Kouibly et Bangolo, au Sud par la sous-préfecture de Buyo, à l'Est par le département de Guézon et à l'Ouest par le département de Guiglo. Avec une surface d'environ 1 km², le lac Dohou est une retenue d'eau réalisée pour approvisionner la population de la ville Duékoué en eau potable. Les berges et abords du lac Dohou sont occupés par plusieurs activités anthropiques telles que les :

- cultures maraichères, champs de maïs, plantations d'hévéa ;
- fermes d'élevage de poulets ;
- carrières artisanales de gravier ;
- garages de mécanique auto ;
- habitations.

Le lac Dohou reçoit des déchets drainés par les eaux de ruissellement ainsi que des eaux usées provenant de ces activités anthropiques à proximité de la ville (Kouamé *et al.*, 2019).

1.1.3. Climat et végétation

Le régime climatique qui règne dans la zone d'étude est subéquatorial de type montagneux caractérisé par des précipitations annuelles qui varient entre 100 mm et 400 mm. Ce climat est marqué par une saison des pluies et une saison sèche, qui s'étend d'avril à octobre et une saison sèche, qui couvre la période de novembre à mars (Koli & Brou, 1996) (Figure 2). La température moyenne annuelle oscille autour de 25° C (Brou, 2005). La végétation est constituée de forêts denses humides marquées par endroits de prairies (Brou, 2005).

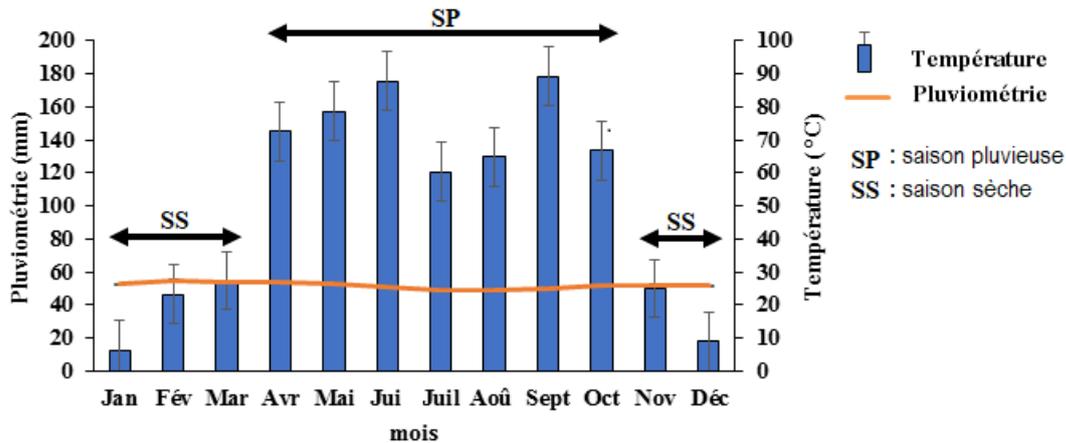


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude sur la période 2000-2014 (Source des données : SODEXAM, station Haut Sassandra).

1.1.4. Relief et sols

Le relief, assez accidenté, fait partie du massif montagneux de l'ouest du pays, avec une altitude moyenne de 300 m caractérisée par de fortes pentes (Anonyme, 2019). Ce relief est caractérisé par des hauts plateaux, des vastes plaines, des bas-fonds très étendus et des chaînes de montagnes. Les sols sont de type ferrallitique à fertilité chimique moyenne et constituent un large domaine pour le développement de l'agriculture (Anonyme, 2019). Des sols développés sur des roches basiques potentiellement riches en sels minéraux et des sols hydromorphes sont rencontrés dans les bas-fonds (Kouassi *et al.*, 2012).

1.1.5. Hydrographie

La couverture hydrographique de la région est assurée principalement par le fleuve Sassandra et ses nombreux affluents qui sont le N'zo, le Bafing, la Lobo, le Davo, le Feredougouba et la Boa (Girard *et al.*, 1970) (Figure 3). Le Sassandra prend sa source dans la région de Beyla en Guinée, sous le nom de Feroudougouba (Girard *et al.*, 1970). Son bassin couvre une superficie d'à peu près 75 000 km². Long de 650 km, le Sassandra reçoit deux affluents importants en rive droite : le Bafing et le N'zo (Girard *et al.*, 1970). Après le confluent du Bafing, le lit du

Sassandra est parsemé d'îlots et présente de nombreux méandres. Après Guéssabo, le Sassandra reçoit, en rive droite, le N'zo, dont le bassin versant à Guiglo couvre environ 7 000 km². Dans ce bassin versant, le Drou est l'affluent du Koh, lui-même, affluent du N'zo. Des rapides (rapides Bale, Broude, Barakue, Poutopotou, Bola) coupent le lit du Sassandra qui reçoit en rive gauche, la Lobo. Vers Soubré, avec les chutes de la Nawa, commence une série de rapides qui s'étendent jusqu'au Davo, dernier affluent en rive gauche. Deux secteurs de fortes pentes, l'un dans le cours supérieur et l'autre dans les 60 km qui viennent en aval de Soubré (Girard *et al.*, 1970).

Du point de vue hypsométrie, près de la moitié du bassin est à une côte inférieure à 300 m. Seulement 20 % du bassin sont au-dessus de 500 m. Le potentiel énergétique du bassin n'est donc pas très grand. La pente moyenne est de 0,50 mètre par kilomètre (Girard *et al.*, 1970).

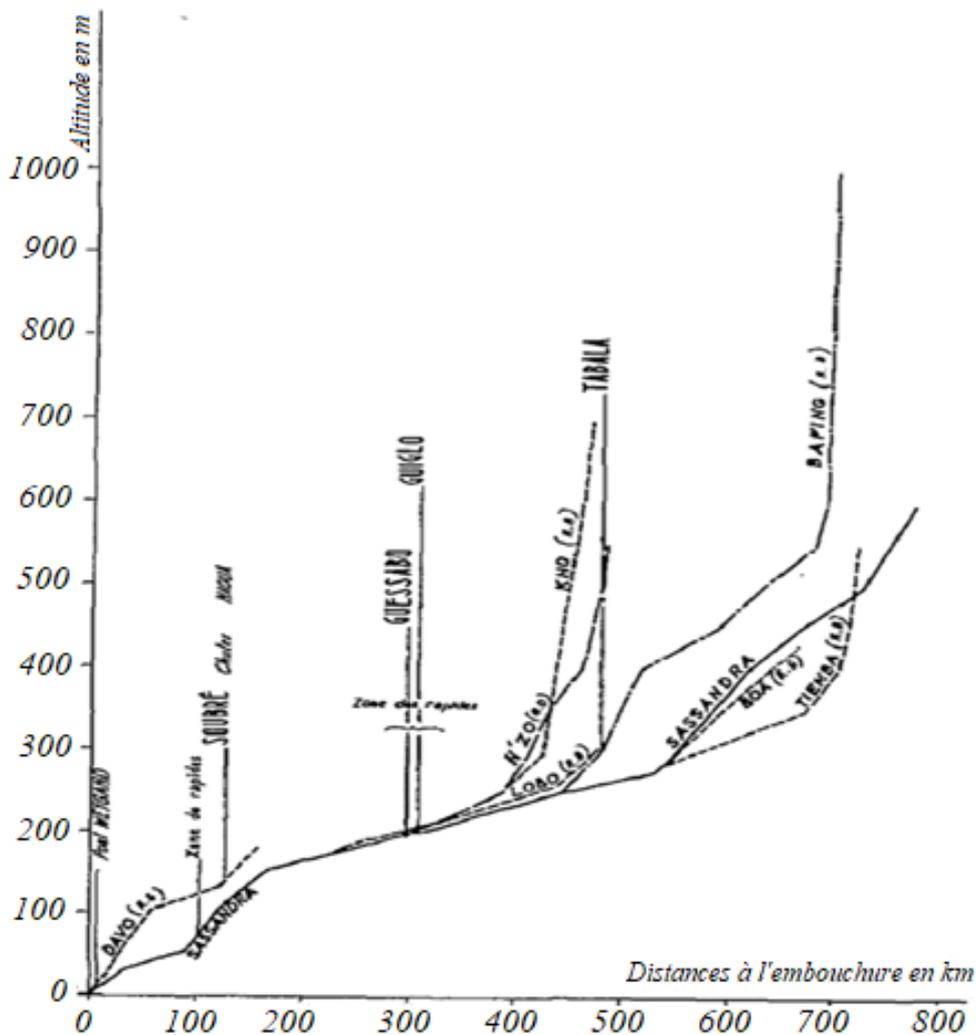


Figure 3 : Profil longitudinal du bassin versant du Sassandra (Girard *et al.*, 1970)

1.1.6. Activités économiques

Les activités économiques de la région reposent essentiellement sur l'agriculture dominée par le binôme café / cacao (Sidibe, 2012). L'hévéa et le palmier à huile sont aussi cultivés. Les cultures vivrières sont dominées par le riz, le manioc, la banane plantain et les maraîchers (Sidibe, 2012). La région dispose de nombreux bas-fonds partiellement aménagés et favorables à la riziculture irriguée. A côté des activités agricoles, cette région bénéficie de nombreux atouts pour la pratique de la pêche continentale. L'activité de pêche est beaucoup développée dans la localité de Guéssabo. Celle-ci se pratique sur divers foyers et implique un nombre important d'acteurs. La production est de ce fait importante (Kra, 2016). Les foyers de pêche sont concentrés au niveau du lac de barrage de Buyo qui s'étend jusqu'à Guéssabo et des couloirs de pêche qui sont des affluents de ce lac (Kra, 2016). Les plus importants sont : le Voh, le Glèpè Nigbè, le Sety Bada (Pio) et le Kôkpa. La pêche dans la localité de Guéssabo est dominée à 83 % par les étrangers. Les ivoiriens ne représentent que 17 % (Kra, 2016). Ces acteurs pratiquent une pêche traditionnelle caractérisée par l'utilisation des pirogues, des nasses, des filets, des lignes ou des hameçons. La production de poissons dépasse 500 tonnes par an (Kra, 2016). L'élevage est aussi pratiqué dans cette région et concerne l'élevage de porcs, de volailles, de bovins et d'ovins (Sidibe, 2012).

1.2. Données biologiques d'étude antérieures sur les lacs étudiés

1.2.1. Végétation aquatique (macrophyte)

Les plantes partiellement submergées et émergées fixées à la vase du fond ainsi que les macrophytes sont observés en bordure (Figure 4).

Sur le lac Dohou, les espèces les plus communes sont : *Cyclosorus dentatus* (Forssk.) Ching (Thelypteridaceae), *Pycreus macrostachyos* (Lam.) J. Raynal. (Cyperaceae), *Rhynchospora corymbosa* (L.) Britton (Cyperaceae), *Ipomoea aquatica* Forssk. (Convolvulaceae), *Echinochloa stagnina* (Retz.) P. Beauv. (Poaceae), *Ludwigia repens* Ktze. (Onagraceae), *Nymphaea lotus* (L.) (Nymphaeaceae), *Persicaria lanigera* (Polygonaceae), *Iris versicolor* (L.) (Iridaceae).

Sur le lac Buyo au niveau de Guéssabo, les espèces envahissantes par endroit sont *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) (Martuis), *Glyceria maxima* (Poaceae) (Harm.) Holmb ; *Sorghon arundinaceum* (Desv.) Staph. (Poaceae), *Mimosa invisa* (Mart.) ex Colla. (Mimosaceae), *Endropogon verticiflora* (L.) (Poaceae), *Echinochloa pyramidalis* (Retz.) P. Beauv. (Poaceae), *Eliothropium indicum* (L.) (Boraginaceae), *Ipomea triloba* (L.) (Convolvulaceae) et *salvinia molesta* D. Mitch (Salviniaceae) (Mambo *et al.*, 2001 ; Kra, 2016, Etien & Arfi, 1996).



Figure 4 : Vue des macrophyte (a) : *Nymphaea lotus* L ; (b) : *Eichhornia crassipes* Mart.

1.2.2. Macro-invertébrés

Le peuplement de macro-invertébrés du lac Dohou est composé d’Insectes, d’Arachnides, de Crustacés et de Mollusques. Les groupes taxonomiques prédominants de la richesse taxonomique globale de ce milieu sont les Insectes et les Mollusques (Kouadio, 2019).

Pour le lac Buyo, l’étude menée par Kouamé (2019) a permis de recenser 5 classes de macro-invertébrés qui sont les Insectes, les Mollusques, les Crustacés, les Arachnides et les Oligochètes. La classe des Insectes est également signalée par cet auteur comme le groupe le plus diversifié de la communauté de macro-invertébré du lac Buyo et sont suivi par le groupe des Mollusques (Kouamé, 2019).

1.2.3. Peuplement de poissons

Dans le lac Dohou, le peuplement ichthyologique est constitué des Cypriniformes, Osteoglossiformes, Perciformes et Siluriformes (Obs. pers)

Le peuplement de poisson lac Buyo est reparti en sept ordres. Ce sont l’ordre des Characiformes, Clupeiformes, Cypriniformes, Osteoglossiformes, Perciformes, Polypteriformes et Siluriformes (Gballo, 2019). Les ordres des Cypriniformes, des Perciformes et des Characiformes sont les plus diversifiés de la faune ichthyologique de ces deux lacs. La production de poisson dans cette région est largement dominée par les genres *Tilapia* et *Chrysichthys* (Kra, 2016).

1.2.4. Zooplancton

Les données de Mambo *et al.* (2001) sur le Zooplancton dans le lac Buyo montrent que cette communauté est composée essentiellement de 3 groupes qui sont les Copépodes, les Cladocères

et les Rotifères. La richesse spécifique de cette faune zooplanctonique est prédominée par les Rotifères. Cependant, les Copépodes étant identifiées en groupes de Cyclopidés, de Calanidés et de Nauplii sont les plus abondants dans ce milieu. Au niveau du lac Dohou, aucune donnée n'existe sur la communauté zooplanctonique.

1.3. Phytoplancton

1.3.1. Définition du phytoplancton

L'ensemble des organismes végétaux généralement microscopiques vivant librement, passivement et en suspension en pleine eau est appelé phytoplancton. Ces organismes regroupent les algues unicellulaires dont la taille est comprise entre 1 µm et 1 mm et se retrouvant presque dans tous les écosystèmes aquatiques (Sournia, 1986). A la base des chaînes trophiques pélagiques, le phytoplancton est responsable d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques. Ce groupe représente 1 % de la biomasse des organismes photosynthétiques sur terre et assure presque la moitié de la production primaire annuelle globale (Behrenfeld *et al.*, 2001).

1.3.2. Diversité taxonomique

Le phytoplancton constitue un vaste ensemble hétérogène d'embranchements très distincts les uns des autres et n'ayant entre eux que peu de caractères communs (Cardier, 2016). Deux groupes d'organismes se distinguent en se basant sur un caractère cytologique, à savoir la présence ou l'absence de membrane nucléaire. Les individus qui en possèdent sont les eucaryotes ou algues vraies et ceux qui n'en possèdent pas, sont les procaryotes (Frémy & Lassus, 2001 ; Sheath & Wehr, 2003 ; Prescott *et al.*, 2003). La phylogénie est en pleine évolution, grâce notamment aux avancées technologiques en biologie moléculaire (Iglesias-Rodriguez *et al.*, 2006 ; Not *et al.*, 2007 ; Saez *et al.*, 2008). En plus du caractère cytologique, les caractères morphologiques, biochimiques et reproductifs ont permis de différencier plusieurs embranchements dans les milieux aquatiques. Parmi ceux-ci, sept sont constamment rencontrés dans les milieux dulçaquicoles (Couté & Chauveau, 1994) et sont brièvement décrites ci-après selon la classification de Sübwasserflora (Starmach, 1985).

❖ Cyanobacteria

Les Cyanobacteria ou Cyanophyta ou Cyanoprokaryota sont des organismes procaryotes regroupant plusieurs formes (plus de 110 genres et environ 1000 espèces) (Figure 5). Ces micro-organismes sont dépourvus de flagelles et leur appareil végétatif peut être unicellulaire, colonial ou filamenteux. Les thylakoïdes et le matériel génétique sont libres dans le cytoplasme. Les

cellules renferment de la chlorophylle *a*, de la Zeaxanthine, des phycobiliprotéines (phycocyanine et phycoérythrine) et des caroténoïdes (Ganf *et al.*, 1991 ; Schagerl & Donabaum, 2003 ; Colyer *et al.*, 2005). De nombreuses espèces de Cyanobacteria 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 *et al.*, 1999 ; Oliver & Ganf, 2000). Cette communauté se retrouve 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 réserves sont constituées par le glycogène, la cyanophycine, des gouttelettes lipidiques et des granules de polyphosphates. La multiplication s'effectue principalement par division cellulaire et par fragmentation chez les filamenteux (De Reviere, 2003). Les efflorescences de Cyanobacteria peuvent être à l'origine de risques sanitaires pour les consommateurs d'eau potable et pour les pratiquants d'activités nautiques (Leitão & Couté, 2005). Trois grands types de toxines sont produits par certains genres de Cyanobacteries : hépatotoxines, neurotoxines et dermatotoxines. Ces composés sont toxiques pour les mammifères par inhalation ou par contact. Les effets des cyanotoxines sur la santé sont nombreux : gastroentérites, nausées, vomissements, fièvre, symptômes comparables à la grippe, maux de gorge, irritation des yeux et des oreilles, éruptions cutanées, myalgies, hépatomégalie (augmentation du volume du foie), consolidation pulmonaire, troubles visuels, dommages aux reins et au foie (Codd *et al.*, 2005).

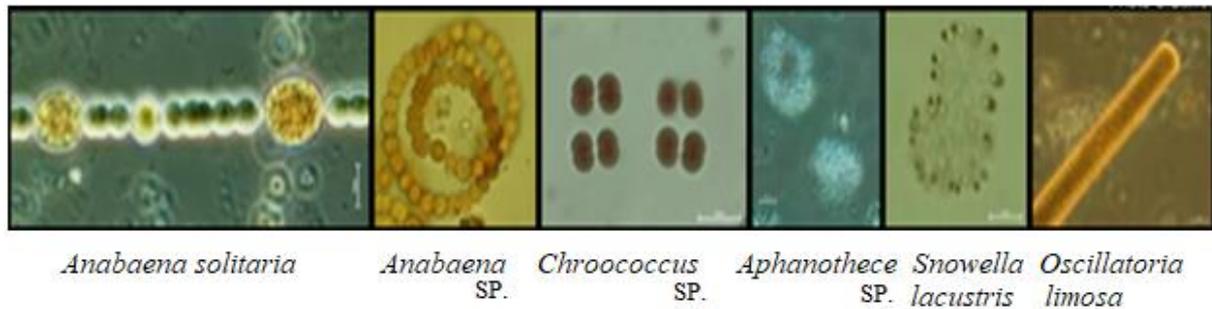


Figure 5 : Vue de quelques espèces de Cyanobacteria (source : Baillot, 2013)

❖ Bacillariophyta

Les Bacillariophyta ou Diatomées sont des organismes eucaryotes (Figure 6) et engloberaient plus de 200 000 espèces (Mann & Droop, 1996). Leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustule (Germain, 1981). Le pourtour des valves est connecté avec des bandes qui constituent la ceinture de la cellule. Ces organismes sont dépourvus de flagelles et les mouvements se font grâce à la sécrétion de mucilage qui sert aussi à attacher les cellules entre elles au sein des colonies ou pour permettre l'adhésion au substrat

des espèces benthiques. Ces micro-organismes, unicellulaires ou coloniaux sont communément divisés en deux groupes : les diatomées centriques qui ont une symétrie radiale et les diatomées pennées qui ont une symétrie bilatérale. Les valves des diatomées pennées présentent des parties de cellules plus épaisses et dilatées. Chez certaines espèces, une fente, nommée raphé, traverse une partie ou la cellule entière alors que chez d'autres espèces, est observée une dépression de la paroi cellulaire appelée pseudoraphé (Spaulding *et al.*, 2010). Les diatomées possèdent les chlorophylles *a* et *c*, du β carotène et des xanthophylles (Bourrelly, 1981). Selon Canter-Lund & Lund (1995), les diatomées sont diploïdes et se reproduisent communément à partir de la multiplication végétative par division cellulaire. Les cellules peuvent également entrer dans une phase de reproduction sexuée, nommée « auxosporulation ».

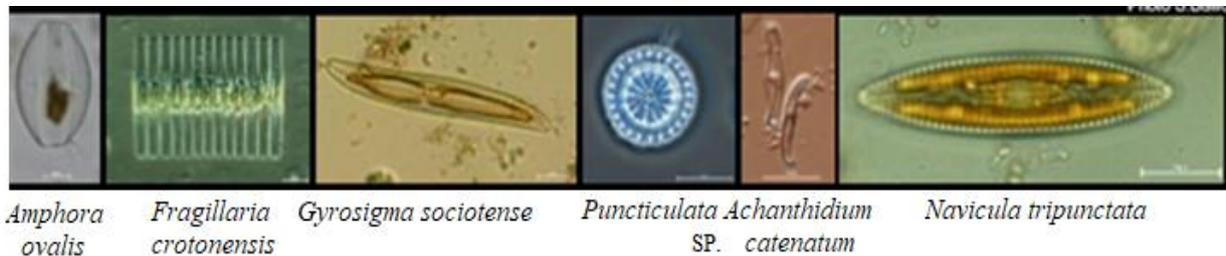


Figure 6 : Vue de quelques espèces de Bacillariophyta (source : Baillot, 2013).

❖ Chlorophyta

Selon Chrétiennot-Dinet (1990), les Chlorophyta sont un groupe très diversifié comportant 500 genres avec plus de 15 000 espèces (Figure 7). Ces organismes sont unicellulaires ou pluricellulaires, largement répandue dans tous les milieux aquatiques (Chrétiennot-Dinet, 1990). Leurs pigments sont essentiellement les chlorophylles *a* et *b*, avec les caroténoïdes et les xanthophylles comme pigments accessoires. Pour assurer leur reproduction, généralement ces organismes forment des zoospores à l'intérieur de la paroi cellulaire de la cellule mère. Dans les formes coloniales, chaque cellule de la colonie se divise par division végétative en n cellules formant $2 \times n$ cellules filles. Nozaki (2003) fait observer que les Chlorophyta se caractérisent également par 3 types de reproduction sexuée : isogamie (2 gamètes de même taille), anisogamie (gamète male plus petit que gamète femelle) et oogamie (gamète femelle non flagellé et gamète mâle flagellé).

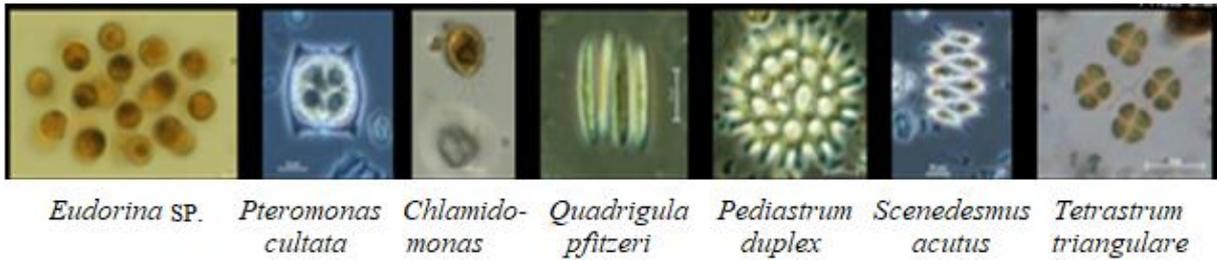


Figure 7 : Vue de quelques espèces de Chlorophyta (source : Baillot, 2013).

❖ Pyrrhophyta

Les Pyrrhophyta sont des organismes flagellés unicellulaires majoritairement mobiles regroupant environ 2000 espèces (Gorenflot & Guern, 1989 ; Larpent & Larpent-Gourgaud, 1997) (Figure 8). Il existe quelques rares formes filamenteuses. Une ceinture transversale (le cingulum) encercle la cellule pour la diviser en épithèque et en hypothèque alors qu'une invagination longitudinale (le sulcus) définit la face ventrale de la cellule. Les dinoflagellés peuvent se présenter « nus » ou armés de thèque formée de plaques celluloseuses pouvant disparaître dans certaines conditions environnementales. La chlorophylle *a* et *c2* sont deux pigments photosynthétiques majeurs des cellules de dinoflagellés. Les pigments surnuméraires sont principalement la péricidine et le β -carotène (De Reviers, 2003). Les classes existantes dans ce groupe sont les Cryptophycées et les Dinophycées (Amri, 2008). Les Dinophycées sont majoritairement marins, mais il existe de nombreuses espèces dulçaquicoles. La reproduction est essentiellement asexuée par division cellulaire et / ou par divers types de spores (De Reviers, 2003). La reproduction sexuée est parfois assurée.

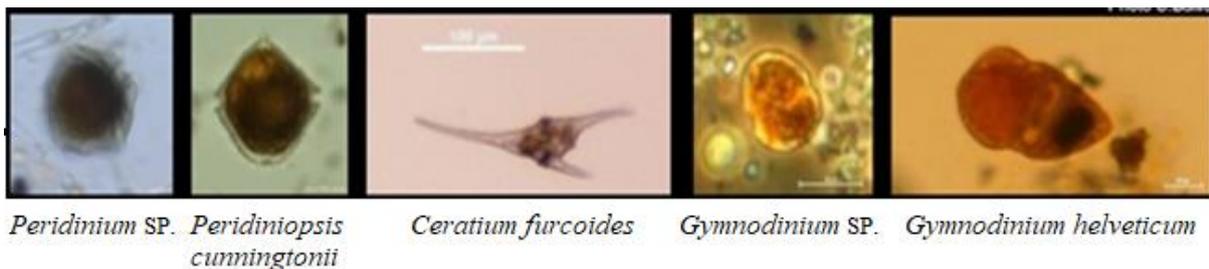


Figure 8 : Vue de quelques espèces de Pyrrhophyta (source : Baillot, 2013).

❖ Chrysophyta

Les Chrysophyta sont des algues unicellulaires ou coloniales, dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique (Figure 9). Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles et caroténoïdes masquant la couleur due à la chlorophylle *a* (Wetzel, 2001). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie. Les Chrysophyta sont essentiellement uniflagellés

mais d'autres possèdent deux flagelles. Plusieurs de ces espèces, dépourvues de paroi cellulaires sont entourées d'une membrane cytoplasmique. D'autres possèdent une surface cellulaire couverte de plaques ou d'écailles siliceuses ou calcaires. La reproduction se fait généralement de manière asexuée par fission binaire ou par zoosporulation. La voie sexuée (nature isogamique) est rare. En période de repos, la formation endogène de kystes siliceux, globuleux, percés d'un pore obstrué par un bouchon, est caractéristique des Chrysophyta. Ces micro-organismes sont en majorité dulçaquicoles libres ou fixés et certains taxons sont marins (De Reviers, 2003)



Figure 9 : Vue de quelques espèces de Chrysophyta (source : Baillot, 2013)

❖ Euglenophyta

Algues unicellulaires, généralement mobiles et flagellées, les Euglenophyta sont réparties selon Sheath & Wehr (2003) en 13 genres et plus de 2 000 espèces (Figure 10). Ce groupe renferme plus de formes pigmentées que de formes incolores (Sheath & Wehr, 2003). Leurs chloroplastes contiennent les chlorophylles *a* et *b* ainsi que des carotènes et des xanthophylles. Le noyau est souvent volumineux, bien visible et pourvu d'un nucléole bien différencié (Compère, 1989). Les cellules de ces algues sont fusiformes ou globuleuses. Ces formes peuvent être aplaties, foliacées ou à contour elliptique. Les Euglenophyta sont abondants dans les milieux riches en substances organiques (Iltis, 1980 ; Sheath & Wehr, 2003). La reproduction des Euglenophyta se fait par division cellulaire longitudinale (Bourrelly, 1985).

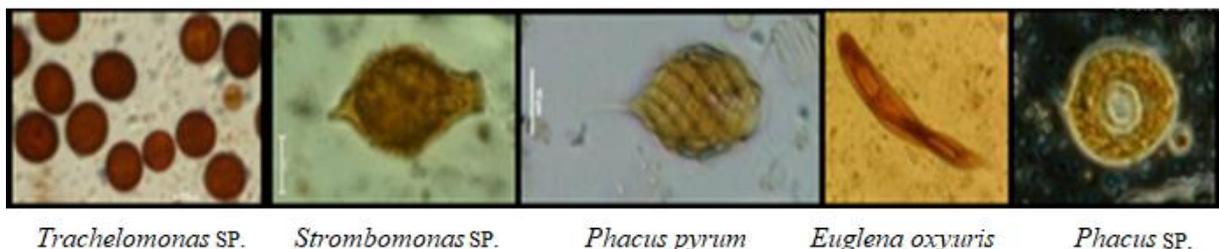


Figure 10 : Vue de quelques espèces de Euglenophyta (source : Baillot, 2013).

❖ Xanthophyta

Les Xanthophyta sont des organismes unicellulaires, coloniaux ou filamenteux caractérisés par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (β -carotène) que de chlorophylle (Ettl, 1978) (Figure 11). Les organismes de ce groupe possèdent des plastes vert-jaune ou vert à peine jaunâtre (Larpent & Larpent-Gourgau, 1997 ; Pierre, 2001). Les Xanthophyta se multiplient généralement par fission binaire et peuvent également former des zoospores. La reproduction sexuée n'est connue que chez deux genres et se fait le plus souvent par isogamie (Ott & Oldham-Ott, 2003). La grande majorité des Xanthophyta est dulçaquicole, mais certaines se rencontrent dans les eaux saumâtres ou marines (De Reviere, 2003).



Figure 11 : Vue de quelques espèces de Xanthophyta (source : Anonyme, 2019)

1.3.3. Ecologie du phytoplancton

1.3.3.1. Habitat

Les organismes phytoplanctoniques sont d'une extrême plasticité écologique et colonisent différents milieux aquatiques (Fogg *et al.*, 1973). Ainsi certaines espèces sont d'eau froide, d'eau tempérée et d'eau chaude intertropicale ainsi que d'eau douce, d'eau saumâtre ou d'eau salée. Quelques espèces sont recensées dans les eaux thermales tandis que d'autres tolèrent les très basses températures des systèmes aquatiques arctiques et antarctiques (Skulberg, 1996). Certaines espèces vivent en association avec des animaux comme des protozoaires, des éponges, des ascidies (endozoïques) ou avec des végétaux comme des fougères aquatiques ou des angiospermes (endophytiques) (Couté & Bernard, 2001). Les organismes phytoplanctoniques peuvent encore vivre en symbiose avec des champignons et des algues vertes comme dans le cas des lichens. Au cas où ces micro-organismes sont strictement aquatiques, ils peuvent être planctoniques, vivant dans la colonne d'eau, ou benthiques, fixées ou très proches des divers substrats (roches, coraux, algues, animaux) ou même se développer à l'intérieur des sédiments (Mur *et al.*, 1999 ; Couté & Bernard, 2001)

1.3.3.2. Rôle du phytoplancton dans les écosystèmes aquatiques

La production primaire en milieu aquatique est l'un des processus de transfert de CO_2 entre les écosystèmes aquatiques et atmosphérique (Poirier, 2013). En effet, le milieu aquatique régule la quantité de CO_2 atmosphérique par la pompe de solubilité (fonctionnement résulte de l'équilibre thermodynamique du CO_2 à l'interface air-eau) et la pompe biologique (fonctionnement régie par l'activité de la biomasse) (Figure 12). La fixation du carbone inorganique par les organismes autotrophes (phytoplancton), sa transformation en carbone organique, puis son transport de la zone euphotique vers les eaux profondes est un ensemble de mécanismes rassemblés sous l'appellation « pompe biologique » et jouent un rôle important dans le cycle biogéochimique du carbone (Tian *et al.*, 2000). Si les organismes phytoplanctoniques représentent seulement 1 % de la biomasse des organismes photosynthétiques sur Terre, ils assurent 4 5% de la production primaire (Behrenfeld *et al.*, 2001). Le phytoplancton ainsi à la base des réseaux trophiques pélagiques (Azam & Malfatti, 2007) est donc responsable d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques.

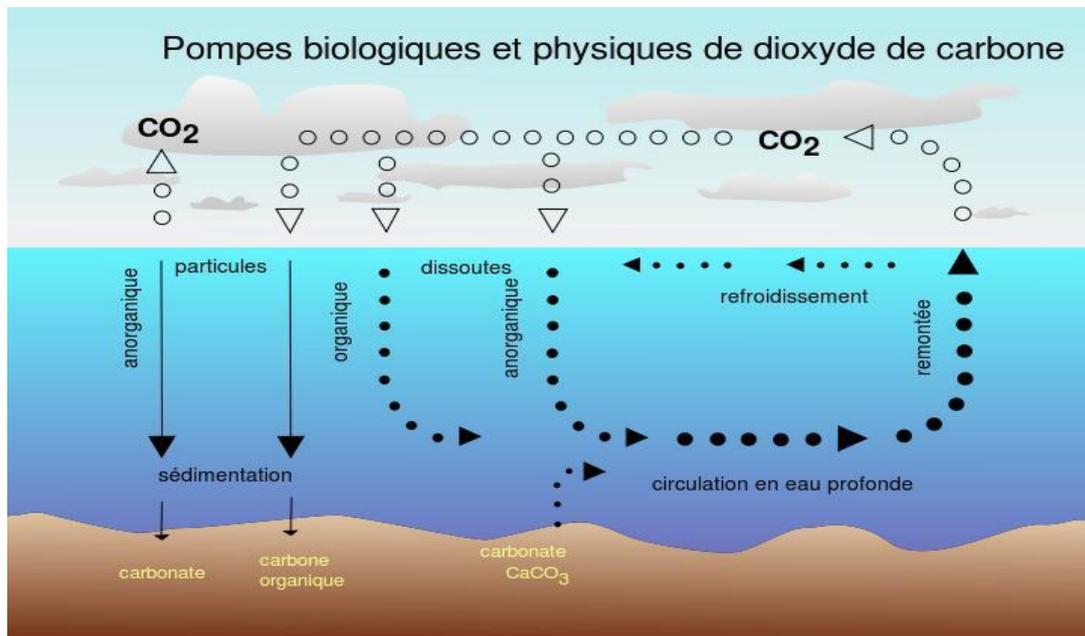


Figure 12 : Schéma illustrant les procédés de la pompe de solubilité et de la pompe biologique des océans (source : Grobe 2006).

1.3.3.3. Facteurs de contrôle du phytoplancton

La relation entre les communautés et le fonctionnement des écosystèmes est une question écologique fondamentale pour comprendre la structure et le développement d'un milieu aquatique (Feki, 2013). Il est indispensable de connaître les différents éléments qui le

composent mais surtout de définir la distribution des organismes dans le temps et dans l'espace (Bengtsson, 1998) et les facteurs qui régissent ces aptitudes. Les organismes phytoplanctoniques sont à la base des chaînes trophiques pélagiques et donc responsables d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques (Reynolds, 1998). Des relations d'interdépendance existent entre le phytoplancton et les éléments biotique et abiotique de son environnement, de sorte que tout changement dans l'un des systèmes implique inévitablement une réponse du phytoplancton (Feki, 2013). Ces changements peuvent se traduire par les variations de la composition, de l'abondance et de la biomasse. Ces variations peuvent être, d'une part sous le contrôle des facteurs ascendants « bottom-up » et d'autre part sous le contrôle des facteurs descendants « top-down » (McQueen *et al.*, 1986).

1.3.3.3.1. Contrôle biotique

Le contrôle biotique est un contrôle ascendant « bottom-up » effectué par les maillons de consommateurs tels que les communautés de zooplancton, de macro-invertébrés et de poissons. Au cœur des réseaux trophiques, le zooplancton a un rôle particulièrement important car il est constitué en grande majorité d'organismes herbivores. Selon Angelier (2000), le transfert d'énergie au sein des écosystèmes lentiques est assuré essentiellement par la communauté de zooplancton lorsqu'elle est consommée par des consommateurs supérieurs situés plus haut dans les réseaux trophiques aquatiques. Les effets des herbivores sont maxima dans les eaux oligotrophes et l'augmentation de l'eutrophie les atténue du fait de la prolifération de phytoplancton peu consommables (dinoflagellés) et de Cyanobactéries filamenteuses. Par ailleurs, certains auteurs (Elser & Goldman, 1991) affirment que, les effets des cascades trophiques sont maxima dans les eaux mésotrophes où la prédation des poissons planctonphages et l'abondance des herbivores sont suffisamment importantes pour un contrôle du phytoplancton. Dans les lacs tropicaux, le rôle des poissons dans les réseaux trophiques est amplifié par la présence des filtreurs omnivores. En effet, alors que les poissons zooplanctonphages sont dominants dans les lacs tempérés, les filtreurs omnivores qui consomment du phytoplancton et du seston pélagique, en plus du zooplancton, dominent les communautés piscicoles des lacs tropicaux (Carmouze *et al.*, 1983).

1.3.3.3.2. Contrôle abiotique

Le contrôle abiotique est un contrôle descendant « top-down » gouverné par les éléments nutritifs nécessaires au développement des végétaux aquatiques. Ce sont l'azote sous forme ammoniacale (NH_4^+), les nitrates (NO_3^-), le phosphore sous forme d'ortho-phosphates (PO_4^{3-}) et la silice dissoute (SiO_2) (Talling & Lemoalle, 1998 ; Wetzel & Likens, 2000). L'azote et le

phosphore constituent des éléments essentiels au développement des organismes et sont généralement en carence dans l'eau. Leur concentration dans le milieu est habituellement associée à une croissance du phytoplancton (Wetzel & Likens, 2000, Talling & Lemoalle, 1998). En eau douce, le phosphore est généralement responsable de l'eutrophisation (Garnier *et 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 *et al.*, 2001). Ces éléments nutritifs ont des sources multiples pouvant provenir de l'une ou l'autre des sources naturelles, urbaine ou agricole (Thomas *et al.*, 2000 ; Carmichael *et al.*, 2010). Dans les lacs soumis à l'influence anthropique, leurs taux sont généralement élevés. Certains lacs non soumis à l'action humaine peuvent aussi présenter des quantités extraordinaires de phosphore et d'azote à la suite de phénomènes naturels (éruption de volcans ou excréments d'oiseaux) et sont naturellement eutrophes.

1.3.3.4. Stratégies adaptatives

Les mécanismes qui gouvernent ces processus sont complexes et ceci du fait que les organismes vivants sont non seulement dépendants de la qualité de l'environnement mais contribuent eux même aux modifications du milieu (Feki, 2013). Afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives, telles que les mécanismes de mobilité et de migration vers des zones riches en nutriments et en lumière (phototaxisme, migration verticale, nage, agrégation), le mode de nutrition mixotrophe, la compétition interspécifique par production de substances allélochimiques, les mécanismes de défense contre la prédation (allélopathie) (Feki, 2013). Le cycle biologique de chaque espèce phytoplanctonique participe ainsi à un réseau complexe de relations interspécifiques à l'intérieur d'un assemblage d'espèces et même au sein de la population (Feki, 2013). De ces situations découleront plusieurs réponses écologiques. Celles-ci peuvent être au niveau de la diversité spécifique, de la croissance, des assemblages phytoplanctoniques et saisonnalité, des efflorescences phytoplanctoniques et du rôle du phytoplancton dans la délimitation des milieux aquatiques (Feki, 2013).

1.3.5. Phytoplancton et bioindication

De nombreux programmes de bioindication ont été mis en place depuis des décennies et les organismes utilisés pour évaluer la qualité des masses d'eau sont très variés. Ce sont entre autres les macro-invertébrés, le zooplancton, les poissons, le phytoplancton et les macrophytes. En envisageant, la relation espèces-milieu de façon inverse, l'identification d'espèces ou groupes d'espèces capables de prédire un ensemble de variables de milieux constitue la question centrale

de la théorie des indicateurs biologiques (Chessel & Mercier, 1993). Selon Blandin (1986) : « Un indicateur biologique (ou bioindicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un éco-complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

1.3.5.1. Sensibilité aux conditions du milieu

La variété des taxons présents dans un prélèvement, leur assemblage, la présence ou l'absence de groupes sensibles (aux pollutions par exemple), donnent une indication sur la qualité des milieux. Les différentes espèces de phytoplancton présentent des préférences environnementales hétérogènes. De nombreux auteurs (Reynolds *et al.*, 2002 ; Salmaso & Padisák, 2007 ; Kruk *et al.*, 2010) se sont attachés à caractériser les principaux facteurs environnementaux qui les distinguent. A cet effet, Reynolds *et al.* (2002) ont publié une description détaillée d'assemblages phytoplanctoniques qui peuvent être vus comme des groupes fonctionnels, c'est à dire des groupes d'espèces avec une sensibilité plus ou moins grande pour différentes combinaisons de paramètres internes au milieu aquatique (profondeur de la zone de mélange, lumière, température, P, N, Si, CO₂ et pression de prédation). Ces auteurs ont déterminé 31 associations reconnaissables par un code alphanumérique dont les lettres reflètent des changements saisonniers. Ces assemblages d'espèces permettent une classification fonctionnelle des espèces communes du phytoplancton. Selon Reynolds (1984), les groupes fonctionnels regroupent, en différents assemblages, les espèces retrouvées fréquemment ensemble dans un même milieu et partageant les mêmes exigences écologiques. Dans cette classification une attention particulière est portée aux caractéristiques propres à chaque espèce représentative (Reynolds, 2006). Les groupes fonctionnels (Reynolds *et al.*, 2002) s'inspirent des associations végétales employées en phytosociologie dans le domaine de la botanique. Selon la même réflexion, les groupes fonctionnels regroupent les espèces présentant des similitudes écologiques, caractéristiques d'un type d'habitat (Padisák *et al.*, 2009).

1.3.7.2. Utilisation du phytoplancton dans la bioindication

Pour permettre une évaluation rigoureuse, les bioindicateurs doivent présenter un ensemble de caractéristiques, dont la plupart sont réunies chez les organismes phytoplanctoniques. Le phytoplancton, qui est fortement influencé par les changements environnementaux (Padisák *et al.*, 2006 ; Salmaso *et al.*, 2006 ; Anneville *et al.*, 2008), est considéré comme étant la première

communauté biologique à répondre à l'eutrophisation. Selon Hays *et al.* (2005), le phytoplancton est l'un des indicateurs des changements climatiques les plus fiables du fait :

- (i) qu'il n'est pas exploité par l'homme ;
- (ii) de son cycle de vie court qui permet le suivi de l'évolution de la taille de la population ;
- (iii) de la dépendance du plancton face à la température et aux courants qui fait que le moindre changement de ces facteurs se traduit sur la distribution planctonique ;
- (iv) de la non linéarité de la réponse biologique qui met en évidence les perturbations quelles qu'elles soient, même les plus discrètes.

Aujourd'hui cette communauté biologique est proposée par la DCE (Directive Cadre de l'Eau ; directive européenne du 23 décembre 2000) comme élément de qualité biologique (bioindicateur) pour les lacs. Ainsi, l'abondance et la composition phytoplanctonique, la biomasse phytoplanctonique (via les estimations de la concentration de chlorophylle *a* et du biovolume moyen), l'intensité et la fréquence des blooms planctoniques sont des paramètres qui sont recommandés pour l'évaluation de l'état écologique des lacs.

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel de localisation des stations et prises de vues

La localisation des stations d'échantillonnage a été faite à l'aide d'un navigateur GPS Garmin SP 12X (Figure 13a) et les prises de vues de celles-ci sur le terrain ont été réalisées au moyen d'un appareil photo numérique de marque Nikon 10X (Figure 13b).



Figure 13 : Matériel de localisation des stations et prises de vues. a : navigateur GPS ; b : appareil photo numérique.

2.1.2. Matériel de mesure des paramètres physicochimiques

La mesure du pH, de la température, de l'oxygène dissous et de la conductivité de l'eau a été réalisée à l'aide d'un multi-paramètre HANNA-HI9820 (Figure 14a). Un disque de Secchi a servi à la détermination de la transparence (Figure 14b). La profondeur a été estimée à partir d'une corde lestée et graduée. Les échantillons d'eau des sels nutritifs ont été prélevés au moyen d'un préleveur intégré (Figure 14c) et conservés dans des bouteilles en polystyrène. Le dosage des sels nutritifs (nitrates, nitrites, de l'azote total et phosphore total) a été effectué à l'aide d'un spectrophotomètre de marque pharma UV-1700/évident de SHIMADZU (Figure 13d).

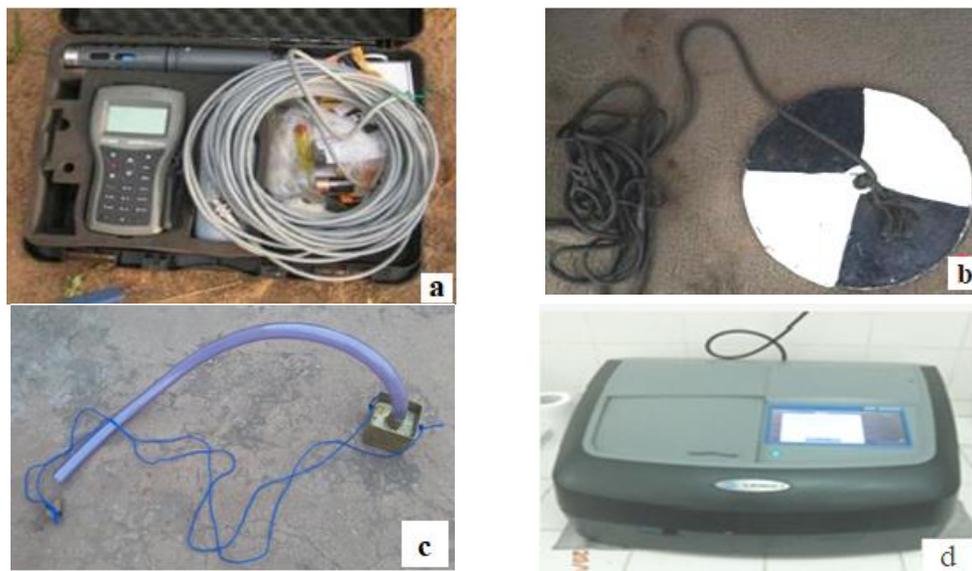


Figure 14 : Matériel utilisé pour les mesures physicochimiques des eaux des lacs étudiés. a : multi-paramètre ; b : disque de Secchi ; c : préleveur intégré ; d : Spectrophotomètre.

2.1.3. Matériel d'échantillonnage et de conservation du phytoplancton

Les organismes phytoplanctoniques ont été prélevés à l'aide d'un préleveur intégré et d'un filet à plancton de 50 µm de vide de maille (Figure 15a). Des bouteilles plastiques de 1L (Figure 15b) ont servi pour le stockage des échantillons d'eau prélevé. Les échantillons recueillis ont été fixés à l'aide d'alcool 90 % et de quelques gouttes de formol à 5 %, et conservés dans des piluliers de 50 ml (Figure 15d). Des bouteilles sombres (350 ml) (Figure 15c) ont servi pour le stockage des échantillons d'eau destinés au dosage des pigments chlorophylliens à l'abri de la lumière. Une glacière a permis de conditionner les échantillons à une température de 4 °C.

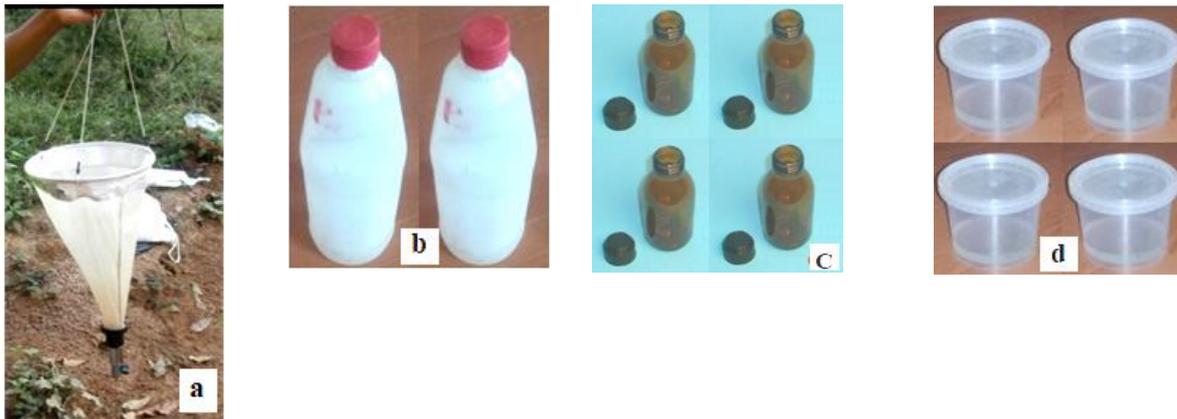


Figure 15 : Matériel utilisé pour l'échantillonnage, la conservation des communautés phytoplanctoniques et des échantillons destinés au dosage des sels nutritifs et de la chlorophylle *a*. a : filet à plancton ; b : bouteilles plastiques ; c : bouteilles sombres ; d : piluliers

2.1.4. Matériel d'observation et de dénombrement du phytoplancton

Pour l'observation des taxons phytoplanctoniques, un microscope photonique a été utilisé (Figure 16a). Un micromètre et un appareil photo numérique de marque Nikon 10X ont servi respectivement pour la mesure et les prises de vues des taxons phytoplanctoniques. Des cuves à sédimentations de 10 ml (Figure 16b) et un microscope inversé de marque Optica (Figure 16c) ont été utilisés pour le dénombrement des organismes phytoplanctoniques.

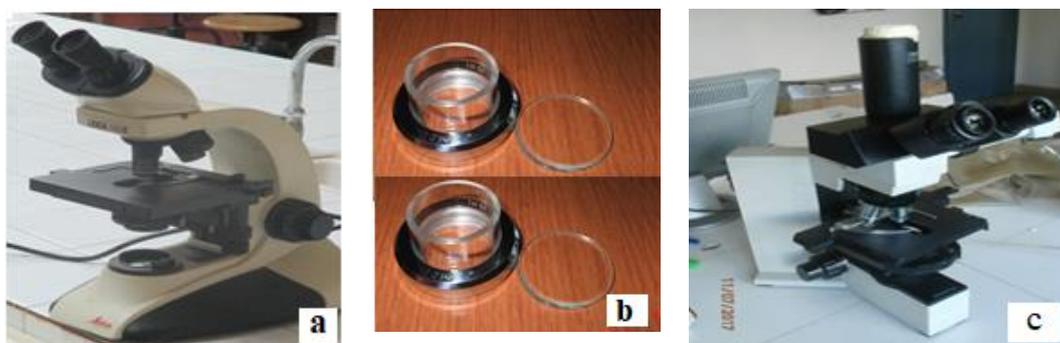


Figure 16 : Matériel d'observation et d'analyse des communautés phytoplanctoniques. a : microscope optique ; b : cuves à sédimentation ; c : microscope inversé.

2.1.5. Matériel de dosage de la chlorophylle *a* (Chl *a*)

Un dispositif de filtration (Figure 17a) et du papier Whatman GF/F (0,7 µm de porosité et 47 mm de diamètre) (Figure 17b) ont été utilisés pour la filtration des échantillons d'eau destinés à la détermination de la chlorophylle *a*. De l'acétone 90 % a servi à l'incubation des filtrats et à l'extraction de la chlorophylle *a*. Une centrifugeuse a été utilisée pour sédimenter les débris organiques de la solution chlorophyllienne (Figure 17c). De l'acide chlorhydrique 1N a servi à la fixation des pheopigments et la quantification de la chlorophylle *a* (longueur d'ondes = 665-750 nm) a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre de marque pharma UV-1700/évident de SHIMADZU.



Figure 17 : Matériel de dosage de la chlorophylle *a*. a : dispositif de filtration ; b : paquet de papier Whatman ; c : centrifugeuse.

2.2. Méthodes

2.2.1. Choix et description des stations d'échantillonnage

Les échantillonnages ont été réalisés mensuellement durant une période de douze mois soit une campagne par mois d'octobre 2017 à septembre 2018. A cet effet, sept stations ont été retenues sur chacun des deux lacs (Figure 18). Les stations d'échantillonnage ont été sélectionnées essentiellement en fonction de leur accessibilité et des effets des activités anthropiques. Les stations d'échantillonnage dans les lacs Dohou et Buyo ont été brièvement décrites respectivement dans les tableaux I et II.

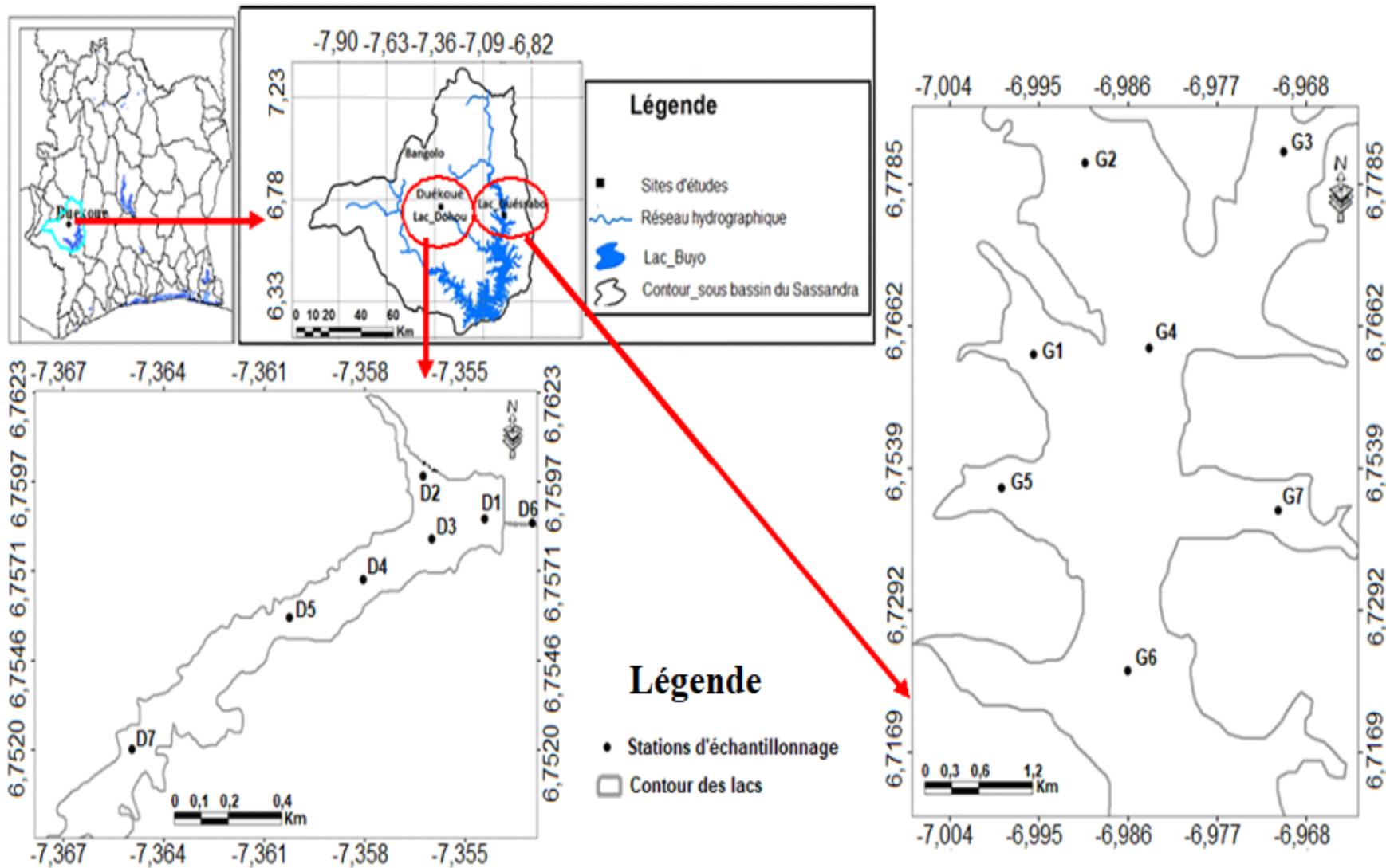


Figure 18 : Localisation des stations d'échantillonnage sur les lacs Dohou (D1 à D2) à Duékoué et Buyo à Guéssabo (G1 à G7).

Tableau I : Coordonnées géographiques et description des stations d'échantillonnage retenues sur le lac Dohou.

Tableau I (Suite)

Stations	Coordonnées géographiques	Description	Vues partielles
D1	(X) dd : -7,35 (Y) dd : 6,75	D1 est située près de la digue et la prise d'eau de la SODECI. A cette station sont observés des végétaux aquatiques, le lavage d'engins (motos, véhicules), la pêche, la baignade et les cultures maraichères. Les habitations y sont à proximité et c'est un lieu d'abreuvement d'animaux domestiques.	
D2	(XX) dd : -7,35 (Y) dd : 6,75	La station D2 est située vers la rive gauche, au flanc d'un dôme plutonique. A cette station, sont présents quelques arbres et des plantes aquatiques quasi-envahissantes. Des champs agricoles et une carrière artisanale de gravier sont à proximité de celle-ci	
D3	XX) dd : -7,35 (Y) dd : 6,75	D3 est située à la rive droite. Cette station présente des végétaux aquatiques (nénuphars), des cultures maraichères sur les berges ainsi qu'une carrière artisanale de gravier à proximité.	
D4	XX) dd : -7,35 (Y) dd : 6,75	Située proche de la rive droite au pied d'un dôme plutonique, la station D4 couverte en grande partie par des végétaux aquatiques (nénuphars). Des cultures maraichères, la pêche artisanale et la présence d'une ferme de poulets sont notées à cette station et ses environs.	

Tableau I (Suite)

Stations	Coordonnées géographiques	Description	Vues partielles
D5	(X) dd : -7,35 (Y) dd : 6,75	D5 est entre la station D7 et la station D4. Sur le plan d'eau de cette station sont observées des plantes aquatiques quasi envahissantes. Le long de la berge sont pratiquées des cultures maraichères et des activités de mécaniques automobile.	
D6	(XX) dd : -7,36 (Y) dd : 6,75	La station D6 est située au niveau du déversoir de la digue. Les berges de celle-ci sont occupées par une végétation herbacée, des cultures maraichères et de la riziculture. Dans cette station sont pratiquées la pêche artisanale et la baignade.	
D7	(XX) dd : -7,35 (Y) dd : 6,75	Située proche du pont (axe Duékoué - Man, la station D7 présente une petite forêt ripicole, des végétaux aquatiques (herbacés et macrophytes) sur les rives. Des habitations y sont à proximité.	

Tableau II : Coordonnées géographiques et description des stations d'échantillonnage retenues sur le lac de Buyo.

Tableau II (Suite)

Stations	Coordonnées géographiques	Description	Vues partielles
G1	(X) dd : -6,99 (Y) dd: 6,75	Située dans la partie Guémon, la station G1 est près du village Dibobli (rive droite du lac). La station présente des végétaux aquatiques et les activités pratiquées dans celle-ci et ses environs sont dominées par l'agriculture et la pêche artisanale.	
G2	(XX) dd: -6,99 (Y) dd: 6,76	La station G2 est située dans le lit du lac (chenal). Les activités effectuées dans cette station sont la pêche d'artisanale et le transport fluvial. La présence par endroit de végétaux aquatiques est observée.	
G3	XX) dd : --6,97 (Y) dd : 6,76	La station G3 est localisée dans la partie Haut Sassandra près du village de Guéssabo (rive droite du lac). Dans cette station les végétaux aquatiques y sont présents. La pêche artisanale et l'agriculture sont pratiquées.	
G4	(XX) dd : -6,98 (Y) dd : 6,75	Située sous le pont de Guéssabo (sur l'axe Guéssabo-Duékoué) au niveau du quatrième pilier, la station G4 présente par endroit des végétaux aquatiques (<i>Eichhornia crassipes</i>). Les activités effectuées dans cette station sont la pêche d'artisanale et le transport fluvial.	

Tableau II (Suite)

Stations	Coordonnées géographiques	Description	Vues partielles
G5	(X) dd : -6,99 (Y) dd : 6,74	La station G5 est localisée dans la partie Guémon près du village Dibobli (rive gauche du lac). La station présente des végétaux aquatiques et les berges sont occupées par des palmiers et plants de d'hévéa. Les activités pratiquées à proximité de cette dernière sont l'agriculture et la pêche artisanale	
G6	(XX) dd : -6,98 (Y) dd : 6,72	La station G6 est en pleine eau dans le lac. Les activités effectuées dans cette station sont dominées par la pêche artisanale et le transport fluvial. La présence par endroit de végétaux aquatiques est observée au niveau de cette station.	
G7	(XX) dd : -6,97 (Y) dd : 6,73	Située dans la partie Haut Sassandra près du village de Guéssabo (rive gauche du lac) la station G7 présente d'importantes plantes aquatiques. Les activités dominantes au niveau de celle-ci et ses environs sont l'agriculture et la pêche artisanale.	

2.2.2. Prélèvement des échantillons et mesure des paramètres physicochimiques

La mesure des paramètres physico-chimiques (température, pH, oxygène dissous, conductivité et transparence) des eaux a été effectuée *in situ* entre 7 heures et 10 heures du matin sur chaque site à l'aide du multi-paramètre HANNA-HI9820. L'étalonnage de l'appareil a été effectué au laboratoire avant l'utilisation sur le terrain. La sonde multi-paramètre, préalablement calibrée et mis sous tension, a été plongée dans l'eau et la sélection de la fonction du paramètre désiré a permis d'obtenir la valeur de celui-ci sur l'écran d'affichage.

La transparence a été mesurée *in situ* à l'aide d'un disque de Secchi. Le disque de Secchi est plongé dans la colonne d'eau jusqu'à sa disparition. Le disque est ensuite remonté lentement, et la profondeur à laquelle il réapparaît correspond à la transparence. La profondeur des stations a été estimée à l'aide d'une corde lestée et graduée qui a été immergée jusqu'au fond de la station considérée.

Pour les sels nutritifs (nitrites, nitrates, azote total, phosphore total) des échantillons d'eau ont été prélevés dans des bouteilles sombres de 350 ml, conservés au frais dans une glacière et transportés au laboratoire pour le dosage. Les dosages de nitrates (NO_3^-) et de nitrites (NO_2^-) ont été effectués par la méthode spectrométrique d'absorption moléculaire respectivement selon la Norme Française T 90-012 et T 90-013. L'azote Kjeldahl (NTK) a été dosé par la méthode de Kjeldahl après minéralisation au sélénium prescrite par la norme Française T 90-110 et la somme des concentrations $\text{NTK} + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ a permis d'estimer la concentration d'azote total. Le dosage du phosphore total a consisté en la minéralisation à chaud d'une prise d'essai de l'échantillon en présence d'acide sulfurique et de persulfate de sodium suivi du dosage spectrométrique des ortho-phosphates obtenus selon la Norme Française T90-023.

2.2.3. Echantillonnage des organismes phytoplanctoniques

Au cours des différentes campagnes d'échantillonnage, les organismes phytoplanctoniques ont été récoltés dans la couche euphotique (de la surface à 1 m de profondeur). A cet effet, deux modes de prélèvements ont été réalisés dans chacune des stations des lacs Buyo et Dohou selon les travaux de Ouattara (2000).

Le premier mode de prélèvement est qualitatif et s'est réalisé à partir de 30 L d'eau prélevé par station à l'aide d'un seau et filtré à l'aide d'un filet à plancton. Le filtrat a été conservé dans des piluliers de 50 ml puis fixé à l'alcool 90 % avec ajout de quelques gouttes de formol 5 % pour les analyses au laboratoire.

Le deuxième mode de prélèvement est quantitatif et a consisté au prélèvement d'un litre (1 L) d'eau par station à partir d'un préleveur intégré. Après décantation de l'échantillon d'eau, le culot est traité comme précédemment. Ce mode de prélèvement permet de compléter les récoltes qualitatives en recueillant les algues de très petites tailles qui passent à travers les vides de mailles du filet à plancton.

2.2.4. Observation, identification et dénombrement des organismes

phytoplanctoniques

2.2.4.1. Observation et identification

Les organismes phytoplanctoniques ont été observés à partir de gouttes d'échantillons placées entre lame et lamelle sous un microscope optique. Les taxons observés ont été mesurés au micromètre puis photographiés.

L'identification des taxons phytoplanctoniques au niveau spécifique et infra spécifique a été réalisée à partir d'ouvrages spécifiques et de combinaison de plusieurs travaux : Heinemann (1950, 1955), Bourrelle (1966, 1968), Compère (1974, 1975, 1977, 1986, 1989), Carter & Denny (1982), Kramer & Lange-Bertelot (1991), Coquet (1998), Phrygie & Coste (2000), Desikachary (1959), Anagnostidis & Komárek (1988), Komárek & Anagnostidis (1989, 1999, 2005), Förster (1964), Philipose (1967), Couté & Iltis (1981), Komárek & Fott (1983), Uherkovich (1995) et Ouattara (2000).

Pour la systématique, la classification adoptée est celle des éditeurs de Sübwasserflora (Starmach, 1985).

2.2.4.2. Dénombrement

Les organismes phytoplanctoniques ont été énumérés dans les échantillons du deuxième mode de prélèvement selon la méthode Utermöhl (1958) au moyen d'un microscope inversé de type Leica au grossissement 630 x. Après homogénéisation de l'échantillon mère (50 ml), un volume de 10 ml de l'échantillon est prélevé et sédimenté pendant 8 heures dans une cuve de sédimentation (Feret & Laplace-Treyture, 2013). La technique de comptage est portée sur 35 champs choisis de manière aléatoire et sans répétition à l'intérieur desquels les cellules (unité de comptage) ont été comptées. Par ailleurs, un filament est considéré comme un individu et le nombre de cellules est obtenu en rapportant à la longueur du filament la longueur d'une cellule, dimensions mesurées à l'aide d'un micromètre oculaire. De la même façon, le nombre de cellules des algues coloniales est estimé par la mesure des dimensions de la colonie (forme rapportée à la géométrie la plus proche). Pour les formes simples, le nombre de cellules est déterminé au moment du comptage. Conformément à la norme AFNOR NF EN 15204/T 90-379, une fidélité de comptage de 5% est respectée en comptant (au moins) 400 objets algaux, dans la mesure du possible. Par ailleurs, les cellules vides (dépourvues de plastes) ne sont pas comptées.

La densité absolue (Da) des différents groupes algaux rencontrés dans un milieu est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$Da = \frac{n \cdot S}{s \cdot v} \quad (1)$$

n : nombre de cellules comptées ; S : surface de la cuve à sédimenter ; s : surface observée ;
v : volume sédimenté.

La densité relative (Dr) qui est la densité de chaque embranchement, groupe ou entité sur la densité totale des individus du milieu a été exprimée à partir de la relation suivante :

$$Dr = \frac{d}{Da} \quad (2)$$

d : densité de chaque embranchement ; Da : densité absolue

2.2.5. Composition de la communauté du phytoplancton

2.2.5.1. Richesse taxinomique

La richesse taxinomique mesure la diversité la plus élémentaire fondée directement sur le nombre total de taxons dans une station. La richesse taxinomique est également le nombre total des divers groupes taxinomiques auxquels appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage (Aliaume *et al.*, 1990).

2.2.5.2. Pourcentage d'occurrence

L'occurrence est le rapport (en pourcentage) entre le nombre de fois que l'espèce *i* apparaît dans les prélèvements (*n*) et le nombre total de prélèvement (*Nt*) (Dajoz, 2000). L'occurrence (*Fi*) renseigne sur les préférences de milieu d'une espèce *i* donnée et s'exprime selon la formule suivante :

$$Fi = \frac{ni}{Nt} \times 100 \quad (3)$$

La classification des espèces en fonction des valeurs de *Fi* (Dajoz, 2000) permet de définir :

- Espèce constante lorsque $Fi \geq 50\%$
- Espèce accessoire lorsque $25\% \leq Fi < 50\%$
- Espèce accidentelle lorsque $Fi < 25\%$

2.2.6. Structure et déterminisme de la communauté du phytoplancton

2.2.6.1. Degré d'organisation

2.2.6.1.1. Indice de Shannon

L'indice de diversité spécifique de Shannon reflète la structure d'un peuplement et la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces qui composent ce peuplement (Daget, 1979). Ainsi, le degré de diversité d'une communauté est déterminé par le nombre d'espèces

présentes et par l'équilibre du partage des effectifs ou de la biomasse entre ces espèces (Cardinal, 1981). L'indice de diversité de Shannon est indépendant de la taille de l'échantillon (Magurran, 1988). Toutefois, cet indice néglige les espèces rares et se calcule selon la relation suivante :

$$H' = - \sum_{i=0}^{R_s} q_i \times \log_2(q_i) \quad (4)$$

H' = indice de diversité de Shannon ; q_i = proportion de la $i^{\text{ème}}$ espèce (i variant de 1 à R_s) ;
 R_s = nombre total d'espèces.

2.2.6.1.2. Indice d'équitabilité de Pielou

L'indice d'équitabilité permet d'étudier la régularité de la distribution des espèces. Cet indice a été conçu pour rendre compte de l'abondance relative de chaque taxon et traduire la qualité d'organisation d'un peuplement (Amanieu & Lasserre, 1982 ; Dajoz, 2000). L'équitabilité varie entre 0 et 1. Selon Da Fonseca (1968), cet indice se rapprochera de 1 lorsque toutes les espèces tendront à avoir une même abondance dans un milieu naturel non perturbé et inférieure à 0,80 lorsqu'un seul groupe ou espèce, plus résistant aux conditions du milieu que les autres, prédominera. L'indice d'équitabilité s'énonce comme suit :

$$E = \frac{H'}{\log_2 \times R_s} \times 100 \quad (5)$$

E = indice d'équitabilité ; H' = indice de diversité de Shannon ; R_s = nombre d'espèces.

2.2.6.2. Stabilité de la communauté du phytoplancton

2.2.6.2.1. Variation de la diversité

La variation de la diversité de Shannon ($\Delta H'$), entre deux prélèvements successifs, constitue une mesure de la stabilité de la structure des communautés phytoplanctoniques (Elber & Schanz, 1989). Ce changement de diversité se calcule de la façon suivante :

$$\Delta H' = |H'_{d1} - H'_{d2}| \quad (6)$$

H'_{d1} : diversité de Shannon à la date de prélèvement $d1$; H'_{d2} : diversité de Shannon à la date de prélèvement $d2$. Plus la valeur $\Delta H'$ est faible, plus le peuplement est stable.

2.2.6.2.2. Similarité entre deux communautés

Etant donné que la variation de la diversité de Shannon ($\Delta H'$), entre deux prélèvements successifs ne prend pas en compte la composition en espèce du peuplement, elle s'avère insuffisante pour mesurer la stabilité. Afin de s'affranchir de ce problème, la mesure de la

similarité du peuplement entre deux prélèvements consécutifs a été choisie en utilisant le pourcentage de similarité entre les communautés (PSC). Cette mesure prend en compte à la fois l'abondance et la composition taxonomique (Boyle *et al.*, 1990) :

$$PSC = 100 \times [1 - 0.5 \times \sum_{j=0}^s |p_{0j} - p_j|] \quad (7)$$

$$0.5 \times \sum_{j=0}^s |p_{0j} - p_j| = dBC$$

dBC : distance de Bray-Cartis calculée entre deux relevés :

P_{0j} : abondance de l'espèce j dans la communauté d'origine (à t_0) et P_j : abondance de l'espèce j dans la communauté d'origine (à t_{0+1}).

La distance de Bray-Cartis a été utilisée comme une mesure de dissimilarité entre les communautés d'une même station, à deux dates consécutives. Cette distance a été calculée en utilisant les abondances des taxons à chaque relevé et tient compte, à la fois, de la composition et de la structure du peuplement. Le PSC correspond au complémentaire de 1 de cette distance et mesure donc la similarité entre les communautés (Washington, 1984) ; la multiplication par 100 permet d'exprimer cette donnée en pourcentage. Plus cette valeur tend vers 100 et plus les peuplements sont similaires, c'est l'inverse lorsqu'elle tend vers 0.

2.2.6.3. Détermination de la chlorophylle *a*

La chlorophylle *a* (Chl *a*) est un pigment capable de réaliser la photosynthèse. Le dosage de la Chl *a* permet d'estimer la biomasse phytoplanctonique du milieu. Pour la détermination de la concentration de la chlorophylle *a*, la méthode de Lorenzen (1967) a été appliquée. Pour cette méthode, à chaque point de prélèvement, 350 ml d'échantillon d'eau sont prélevés dans les conditions identiques à celles de l'échantillonnage de la communauté phytoplanctonique. Ces échantillons d'eau ont été conservés dans des récipients (bouteilles sombres) au frais (4°C) et à l'abri de la lumière pour l'analyse de la biomasse chlorophyllienne au laboratoire.

Au laboratoire, les échantillons d'eau sont filtrés sur papier Whatman GF/F (0,7 µm de porosité et 47 mm de diamètre). Les filtrats obtenus ont été conservés dans de l'acétone 90 % pour l'extraction de la chlorophylle *a*. L'obtention des teneurs a été réalisée à partir des lectures à différentes longueurs d'ondes au spectrophotomètre (665 et 750 nm avant et après acidification). Les résultats sont donnés par la formule suivante :

$$\text{Chl } a \text{ (}\mu\text{g/l)} = \frac{26,7 \text{ Va [A1. (DO (665 - 750)) - A2. (DO (665 - DO 750))]}{\text{Ve} \cdot \text{L}} \quad (8)$$

A1 (DO (665-750)) : absorbance avant acidification à 665 nm et 750 nm ; A2 (DO (665-750)) : absorbance après acidification à 665 nm et 750 nm ; Va : volume d'acétone (ml) ; Ve : volume d'eau filtrée (L) ; L : distance du trajet optique de la cuve utilisée (cm).

2.2.7. Evaluation de la qualité écologique des eaux

2.2.7.1. Indice de trophie

Pour déterminer la trophie des lacs Dohou et Buyo, la classification trophique des eaux recommandée par l'OCDE (1982) a été adoptée (Tableau III). Ce système de classification combinant l'information concernant l'état des nutriments et la biomasse algale fournit une base pour l'évaluation et la tendance de l'état trophique pour la gestion. Ce système prend en compte les paramètres suivants : le phosphore total (Pt), la transparence de l'eau ou profondeur Secchi (mesurée avec un disque de Secchi) et la chlorophylle *a* (Chl *a*).

Tableau III : Classification trophique des eaux selon l'OCDE (1982)

Etat trophique	Pt moy (µg/L)	Trans moy (m)	Trans min (m)	Chl <i>a</i> moy (µg/L)	Chl <i>a</i> max (µg/L)
Oligotrophe	≤ 10	≥ 6	≥ 3	≤ 2,5	≤ 8
Mésotrophe	10 - 35	3 - 6	3 - 1,5	2,5 - 8	8 - 25
Eutrophe	35 - 100	3 - 1,5	1,5 - 0,7	8 - 25	25 - 75
Hyper-Eutrophe	≥ 100	≤ 1,5	≤ 0,7	≥ 25	≥ 75

Pt : phosphore total ; Chl *a* : chlorophylle *a* ; Trans : transparence ; moy : moyenne annuelle ; max : valeur maximale ; min : valeur minimale.

2.2.7.2. Indice planctonique

L'Indice Planctonique (IP) permet une perception rapide de l'état écologique du milieu. L'IP est calculé à partir des listes floristiques obtenues lors des différentes campagnes (Barbe *et al.*, 2003). L'indice s'appuie sur des coefficients de qualité (Qi) attribués à chaque groupe algal et sur des classes d'abondances relatives (Aj). L'Indice Planctonique est égal à la moyenne de la somme des notes de qualité multipliées par l'abondance relative (en pourcentage). Elle est exprimée selon la formule suivante :

$$IP = \text{Moy} \sum Qi \times Aj \quad (9)$$

Qi : coefficients de qualité attribués à chaque groupe algal ; Aj: classes d'abondances relatives. Les valeurs des coefficients de qualité (Qi) et des classes d'abondances relatives (Aj) utilisées dans ce travail sont consignées respectivement dans les tableaux IV et V.

Une note sur 100 est ainsi obtenue (Tableau VI). Cette note permet la classification de l'état écologique des plans d'eau selon l'élément biologique phytoplancton. Ainsi les états écologiques vont de très bon à mauvais

Tableau IV : Coefficients attribués (Qi) aux groupes algaux repères

Groupes algaux repères	Coefficients attribués (Qi)
Desmidiées	1
Diatomées	3
Chrysophycées	5
Dinophycées et Cryptophycées	9
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12
Cyanophycées	16
Eugléniens	20

Tableau V : Classes d'abondances relatives

Abondance relative	Classes d'abondances relatives (Aj)
0 à \leq 10	0
10 à \leq 30	1
30 à \leq 50	2
50 à \leq 70	3
70 à \leq 90	4
90 à \leq 100	5

Tableau VI : Valeurs des limites de classement de l'Indice planctonique pour les plans d'eau selon la D.C.E (2000).

Classification de l'état écologique	Note/100 et code couleur
Très bon	0-25
Bon	26-40
Moyen	41-60
Médiocre	61-80
Mauvais	>80

2.2.7.3. Détermination des groupes fonctionnels

Outre les classifications taxonomiques déterminées classiquement par la morphologie des organismes, la classification fonctionnelle de Reynolds *et al.* (2002) a été utilisée pour déterminer les différents groupes fonctionnels à partir des taxons dominants. Cette classification est basée sur les assemblages d'espèces présentant des similitudes écologiques, caractéristiques d'un type d'habitat. A cet effet, à partir des 31 associations reconnaissables par des codes alphanumériques (codon) décrites par Reynolds *et al.* (2002) définissant leurs sensibilités, leurs tolérances ainsi que leurs habitats (Tableau VII), les taxons typiquement retrouvés dans chaque codon ont été listés. A partir de cette liste, une base de données indiquant

les taxons phytoplanctoniques indicateurs affectés par le ou les codons des groupes fonctionnels correspondants a été constituée. Lorsqu'une espèce est potentiellement présente dans plusieurs habitats, les données sur les plans d'eau comme la profondeur, la richesse en nutriments, le cycle thermique se sont avérées utiles pour placer correctement celui-ci dans le codon le plus approprié.

Tableau VII : Présentation des groupes fonctionnels (Reynolds *et al.*, 2002) et description de l'habitat-type, des taxons représentatifs, des tolérances et des sensibilités des codons.

Tableau VII (suite)

Codon	Habitats	Représentativité typique	Tolérances	Sensitivité
A	Eaux claires, souvent bien mélangées, lacs de faible alcalinité	<i>Urosolenia</i> , <i>Cyclotella Comensis</i>	Carence en nutriments	Augmentation du pH
B	Mélange vertical des eaux, lacs mésotrophes de taille petite à moyenne	<i>Aulacoseira subarctica</i> , <i>Aulacoseira islandica</i>	Carence de lumière	Augmentation du pH, appauvrissement en Si, stratification
C	Eaux mélangées, lacs eutrophes de taille petite à moyenne	<i>Asterionella formosa</i> , <i>Aulacoseira ambigua</i> , <i>Stephanodiscus rotula</i>	Manque de lumière et de C	Epuisement en Si, stratification
D	Eaux mélangées, lacs eutrophes de taille petite à moyenne	<i>Synedra acus</i> , <i>Nitzschia</i> spp., <i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Ecoulement	Raréfaction des nutriments
N	Epilimnion mésotrophe	<i>Tabellaria</i> , <i>Cosmarium</i> , <i>Staurodesmus</i>	Carence en nutriments	Stratification, augmentation du pH
P	Epilimnion eutrophe	<i>Fragillaria crotonensis</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Closterium aciculare</i> , <i>Staurastrum pingue</i>	Lumière modérée et manque de C	Stratification, raréfaction en Si
T	Eaux profondes, épilimnion bien Mélangé	<i>Geminella</i> , <i>Mougeotia</i> , <i>Tribonema</i>	Manque de lumière	Carence en nutriments

Tableau VII (suite)

Codon	Habitats	Représentativité typique	Tolérances	Sensitivité
S1	Couches d'eaux troubles et mélangées	<i>Planktothrix agardhii</i> , <i>Limnothrix redekei</i> , <i>Pseudanabaena</i>	Conditions de très faible luminosité	Ecoulement
S2	Eaux peu profondes, couches d'eaux troubles et mélangées	<i>Spirulina</i> , <i>Arthrospira</i> , <i>Raphidiopsis</i>	Conditions de faible luminosité	Ecoulement
Sn	Couches d'eaux chaudes et mélangées	<i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Anabaena minutissima</i>	Conditions pauvres en azote	Ecoulement
Z	Eaux profondes, claires, couches mélangées	<i>Synechococcus</i> , <i>Prokaryote picoplankton</i>	Faible concentration de nutriments	Manque de lumière, broutage
X3	Eaux peu profondes, claires, couches mélangées	<i>Koliella</i> , <i>Chrysococcus</i> , <i>Eukaryote picoplankton</i>	Faible alcalinité	Mélange, broutage
X2	Eaux peu profondes, claires, couches mélangées dans des lacs méso-eutrophes	<i>Plagioselmis</i> , <i>Chrysochromulina</i>	Stratification	Mélange, organismes filtreurs
X1	Eaux peu profondes, couches d'eaux mélangées et conditions enrichies	<i>Chlorella ankyra</i> , <i>Monoraphidium</i>	Stratification	Carence en nutriments, organismes filtreurs
Y	Lacs généralement petits et enrichis	<i>Cryptomonas</i>	Manque de lumière	Phagotrophes
E	Lacs généralement petits, oligotrophes, d'alcalinité faible,	<i>Dinobryon</i> , <i>Mallomonas</i> , <i>Synura</i>	Carence en nutriments (recours à la mixotrophie)	Manque en CO ₂ (?), Forte turbidité

Tableau VII (suite)

Codon	Habitats	Représentativité typique	Tolérances	Sensitivité
	lacs ou étangs hétérotrophes			
F	Epilimnion claire	<i>Colonial chlorophytes,</i> <i>Botryococcus,</i> <i>Pseudosphaerocystis,</i> <i>Coenochloris, Oocystis</i> <i>lacustris</i>	Carence en nutriments	Manque en CO ₂ (?), Forte turbidité
G	Colonnes d'eaux petites et riches en nutriments	<i>Eudorina, Volvox</i>	Forte luminosité	Carence en nutriments
J	Lacs, étangs ou rivières peu profonds et enrichis	<i>Pediastrum, coelastrum,</i> <i>Scenedesmus, Golenkinia</i>		Faibles conditions de luminosité
K	Colonnes d'eaux petites et avec des nutriments	<i>Aphanothece, Aphanocapsa</i>		Mélange profond
H1	Nostocales fixatrices d'azote	<i>Anabaena flos-aquae,</i> <i>Aphanizomenon</i>	Faible azote et carbone	Mélange, faible lumière, et faible niveau de phosphore
H2	Nostocales fixatrices d'azote de lacs mésotrophes plus vastes	<i>Anabaena lemmermanni,</i> <i>Gloeotrichiae chinulata</i>	Faible azote	Mélange, faible lumière
U	Epilimnion d'été	<i>Uroglena</i>	Faibles nutriments	Manque de CO ₂
LO	Epilimnion d'été sur lacs mésotrophes	<i>Peridinium, Woronichinia,</i> <i>Merismopedia</i>	Nutriments dispersés dans la colonne d'eau	Mélange prolongé ou profond
LM	Epilimnion d'été sur lacs eutrophe	<i>Ceratium, Microcystis</i>	Très faibles niveaux de C, stratification	Mélange, faible lumière

Tableau VII (suite)

Codon	Habitats	Représentativité typique	Tolérances	Sensitivité
M	Couches d'eaux mélangées de petits lacs eutrophes, faibles latitudes	<i>Microcystis, Sphaerocavum</i>	Fort ensoleillement	Ecoulement, faible luminosité globale
R	Métalimnion de lacs mésotrophes stratifiés	<i>Planktothrix rubescens, Planktothrix mougeotii</i>	Faible lumière et forte ségrégation	Instabilité
V	Métalimnion de lacs eutrophes stratifiés	<i>Chromatium, Chlorobium</i>	Très faible lumière et forte ségrégation	Instabilité
W1	Petits étangs naturels	<i>Euglenoids, Synura, Gonium</i>	DBO élevée	Broutâge
W2	Lacs mésotrophes peu profonds	<i>Trachelomonas</i>	?	?
Q	Petits lacs humiques	<i>Gonyostornum</i>	Eaux troubles	?

2.2.8. Traitements statistiques des données

2.2.8.1. Analyses univariées

Pour les comparaisons spatiales entre les stations d'un même lac, des analyses univariées (au seuil de significativité de 5 %) ont été réalisées sur les données des paramètres physicochimiques, les indices de diversité, la densité phytoplanctonique, la biomasse chlorophyllienne et les groupes fonctionnels. Avant toutes les analyses, des tests de normalité (test de Shapiro-Wilk) et d'homogénéité (test de Levène) sont effectués sur les variables. Pour les données qui ne satisfont pas les conditions de normalité et d'homogénéité, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis est appliqué. Ce test a été suivi de celui de comparaison des rangs pour les paramètres présentant une variabilité ($p < 0,05$) afin d'identifier des différences spécifiques entre les stations prises deux à deux. Quant aux paramètres qui ont satisfait aux tests de normalité et d'homogénéité ont été soumis au test paramétrique d'ANOVA à 1 facteur. Pour cette analyse, le test de Tukey a été appliqué pour la comparaison deux à deux au cas où les variables affichent une différence ($p < 0,05$) entre les stations. Au niveau saisonnier, le test non-paramétrique (test t) (au seuil de significativité de 5 %) a été appliqué pour réaliser les comparaisons.

Ces tests ont été réalisés sous le logiciel PAST 3.24 (Hammer *et al.*, 2001).

2.2.8.2. Analyses multivariées

2.2.8.2.1. Analyse en Composantes Principales

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est l'une des techniques descriptives les plus utilisées en écologie. Elle permet de réduire et d'intégrer la distance entre les données et de convertir des variables interdépendantes en composantes indépendantes et significatives (Brosse *et al.*, 2001). L'ACP a été utilisée pour regrouper les stations ayant des caractéristiques physicochimiques semblables. Cette analyse a permis également de mettre en évidence la variation saisonnière des paramètres physiques et chimiques des eaux des différentes stations ou de la même station. Selon Gray & Pearson (1982), une forte corrélation de cause à effet ne peut être obtenue qu'en reliant les groupements de stations aux gradients mesurés de l'environnement. L'ACP permet de faire une bonne synthèse de l'information contenue dans les variables étudiées en vue de déterminer leurs contributions dans la détection des effets d'un phénomène donné (Warwick & Clarke, 1991 ; Gray *et al.*, 1990). Cette analyse multivariée a été appliquée aux tableaux de variables quantitatives, et elle tient compte des variations globales d'abondance entre lignes et/ou colonnes. L'ACP a été réalisé à l'aide du logiciel PAST 3.24 (Hammer *et al.*, 2001).

2.2.8.2.2. Analyse canonique

Les corrélations entre les espèces dominantes et les paramètres physicochimique (température, conductivité, pH, oxygène dissous, transparence, nitrates, nitrites, phosphore total, azote total) ont été mise en évidence par une analyse canonique de Redondance (RDA). Cette analyse a été réalisée à partir du programme CANOCO (Canonical Community Ordination version 4.5) (Ter Braak & Smilauer, 2002). Les différents résultats sont présentés sous forme de diagramme où les flèches représentent les positions des variables environnementales et les espèces dominantes. La longueur de la flèche dans l'ordination traduit l'importance de la variable environnementale, la direction indiquant comment la variable environnementale est corrélée aux divers axes des espèces, l'angle entre les flèches indiquant les corrélations entre les variables, l'emplacement des espèces par rapport aux flèches mettant en évidence les préférences environnementales de chaque espèce (Fängstrom & Willèn, 1987 ; Ter Braak, 1987 ; Palmer, 1993).

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Des parties de ce chapitre ont fait l'objet de trois (3) publications dans des revues indexées et à comité de lecture (voir Annexe) :

Kouamé K.B., Konan K.S., Attoungbre K.S., Konan K.F., Boussou K.C. & Kouamé K.M. (2019). Qualitative Assessment and Typology of the Water Resource Used for the Production of Drinking Water in Duékoué, Western Côte d'Ivoire. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 7: 212-231

Attoungbré K.S., Niamien-Ebrottié J.E., Konan K.F., Boussou K.C., Kouamé K.M., Kouakou K.B., Aliko N.G., Yoboué A.N., Konan K.S & Gourène G (2019). Phytoplankton Composition and trophic state of Guessabo lake (Upstream in Buyo lake, Ivory Coast). *Journal of Applied Biosciences*, 143: 14659-14680.

Attoungbré K.S., Niamien-Ebrottié J.E., Kouamé K.M., Boussou K.C., Aliko N.G. & Konan K.F. (2020). Typology of the phytoplankton community of Dohou Lake, drinking water supply source in Duékoué town (Western Côte d'Ivoire). *Journal of Environment and Ecology*, 11(1): 1-18.

3.1. Caractéristiques physicochimiques des eaux des lacs Dohou et Buyo

3.1.1. Résultats

3.1.1.1. Paramètres physicochimiques

3.1.1.1.1. Variations spatiales

La variation spatiale des valeurs moyennes des paramètres physicochimiques des lacs Dohou et Buyo sont présentées par les figures 18 et 19.

Les valeurs moyennes de la température, dans le lac Dohou, sont comprises entre $26,62 \pm 1,42$ °C (D6) et $27,32 \pm 1,97$ °C (D3) (Figure 18). Pour le lac Buyo, la plus petite température ($26,9 \pm 1,65$ °C) est observée à la station G1 et la plus grande température ($27,4 \pm 1,71$ °C) à la station G4 (Figure 16). Pour ce paramètre, aucune différence significative n'a été notée entre les stations des lacs (Anova, $p > 0,05$).

Dans le lac Dohou, les valeurs moyennes de la conductivité ont varié de $41,28 \pm 2,86$ μS^{-1} à la station D1 à $46,33 \pm 4,39$ μS^{-1} à la station D6 (Figure 18). Concernant les valeurs moyennes de ce paramètre dans les stations du lac Buyo, le minimum ($66,99 \pm 9,86$ μS^{-1}) a été observé à la station G1 et le maximum ($74,49 \pm 8,86$ μS^{-1}) à la station G3 (Figure 16). La conductivité n'a pas évolué significativement au niveau des stations de chacun des lacs (Anova, $p > 0,05$).

En ce qui concerne l'oxygène dissous des stations du lac Dohou, les valeurs moyennes ont oscillé entre $4,68 \pm 0,52$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (D6) et $6,23 \pm 1,66$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (D1) (Figure 18). Pour les stations du lac Buyo, les valeurs de l'oxygène dissous ont été entre $4,29 \pm 1,62$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (G4) et $4,66 \pm 1,79$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (G2) (Figure 16). L'oxygène dissous n'a pas varié significativement entre les stations au sein d'un même lac (Anova, $p > 0,05$).

Le pH des stations du lac Dohou a fluctué entre $5,46 \pm 0,52$ (D7) et $6,12 \pm 0,72$ (D1) (Figure 16). Au niveau des stations du lac Buyo, les valeurs moyennes du pH sont comprises entre $6,07 \pm 0,57$ (G1) et $6,46 \pm 0,6$ (G5) (Figure 18). Aucune différence significative de ce paramètre n'est observée entre les stations de chaque lac (Anova, $p > 0,05$).

Dans le lac Dohou, les valeurs moyennes de la transparence ont été entre $0,30 \pm 0,21$ m (D7) et $0,69 \pm 0,42$ m (D1) (Figure 18). Aux stations du lac Buyo, la valeur moyenne de la transparence était minimale ($0,39 \pm 0,24$ m) à la station G7 et maximale ($0,75 \pm 0,6$ m) à la station G2 (Figure 16). Les valeurs de transparence n'ont pas présenté de différence significative (Anova, $p > 0,05$) entre les stations de chacun des lacs.

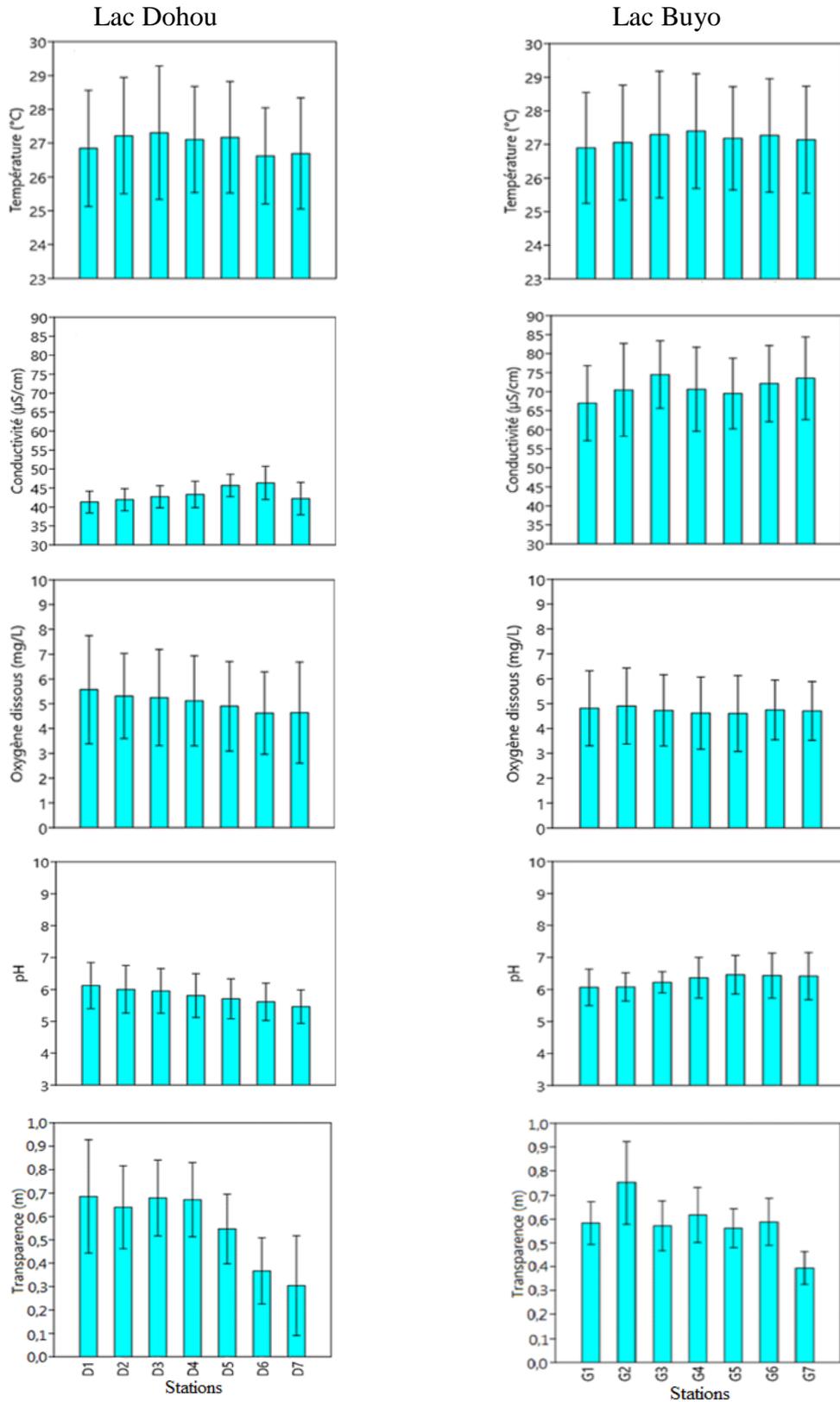


Figure 19 : Variations spatiales de la température, de la conductivité, du pH et de la transparence des lacs Dohou et Buyo.

Les profondeurs des stations du lac Dohou ont fluctué entre $0,64 \pm 0,2$ (D7) et $2,9 \pm 0,012$ m (D1) (Figure 19). Dans le lac Buyo, les profondeurs des stations ont été de $2,83 \pm 2,09$ m (G3) et $13,57 \pm 3,56$ m (G4) (Figure 19). Aucune différence significative (Anova, $p > 0,05$) des valeurs de la profondeur n'a existé entre les stations du lac Dohou, alors que ce paramètre a varié significativement (Anova, $p < 0,05$) entre les stations du lac Buyo.

Concernant les concentrations en nitrates dans le lac Dohou, les valeurs moyennes des stations ont oscillé entre $3,88 \pm 1,9$ mg.L⁻¹ (D4) et $5,47 \pm 2,16$ mg.L⁻¹ (D6) (Figure 19). Aux stations du lac Buyo, les concentrations en nitrates ont été comprises entre $2,635 \pm 2,05$ mg.L⁻¹ (G6) et $4,095 \pm 3,546$ mg.L⁻¹ (G1) (Figure 19). Les concentrations de nitrates n'ont pas varié significativement entre les stations de chacun des lacs (Anova, $p > 0,05$).

Les concentrations moyennes en nitrites des lacs Dohou ont varié de $0,023 \pm 0,012$ mg.L⁻¹ (D4) à $0,029 \pm 0,011$ mg.L⁻¹ (D6) (Figure 19). Quant au lac Buyo, les valeurs moyennes de ce paramètre ont oscillé entre $0,025 \pm 0,01$ mg.L⁻¹ (G7) et $0,037 \pm 0,022$ mg.L⁻¹ (G1) (Figure 19). Aucune variation significative (Anova, $p > 0,05$) de concentration en nitrites n'a été enregistrée entre les stations de chaque lac.

Les valeurs moyennes des concentrations en azote total du lac Dohou, ont oscillé de $13,5 \pm 10,14$ mg.L⁻¹ (D4) à $16,833 \pm 12,209$ mg.L⁻¹ (D2) (Figure 19). Concernant les stations du lac Buyo, les concentrations moyennes en azote total ont été enregistré entre $12 \pm 9,085$ mg.L⁻¹ (G3) et $15,167 \pm 12,209$ mg.L⁻¹ (G7) (Figure 19). Aucune différence significative de ce paramètre n'a été observée au niveau des stations des lacs (Anova, $p > 0,05$).

Pour les concentrations en phosphore total des stations, les valeurs moyennes dans le lac Dohou enregistrées ont été entre $0,98 \pm 0,54$ mg.L⁻¹ et $1,15 \pm 0,66$ mg.L⁻¹ de la station D2 à la station D4 (Figure 19). Dans celles du lac Buyo, les valeurs moyennes des concentrations en phosphore total ont été de $1,03 \pm 0,53$ mg.L⁻¹ (G5) à $1,22 \pm 0,65$ mg.L⁻¹ (G7) (Figure 19). Ce paramètre n'a pas varié significativement entre les stations de chacun des lacs (Anova, $p > 0,05$).

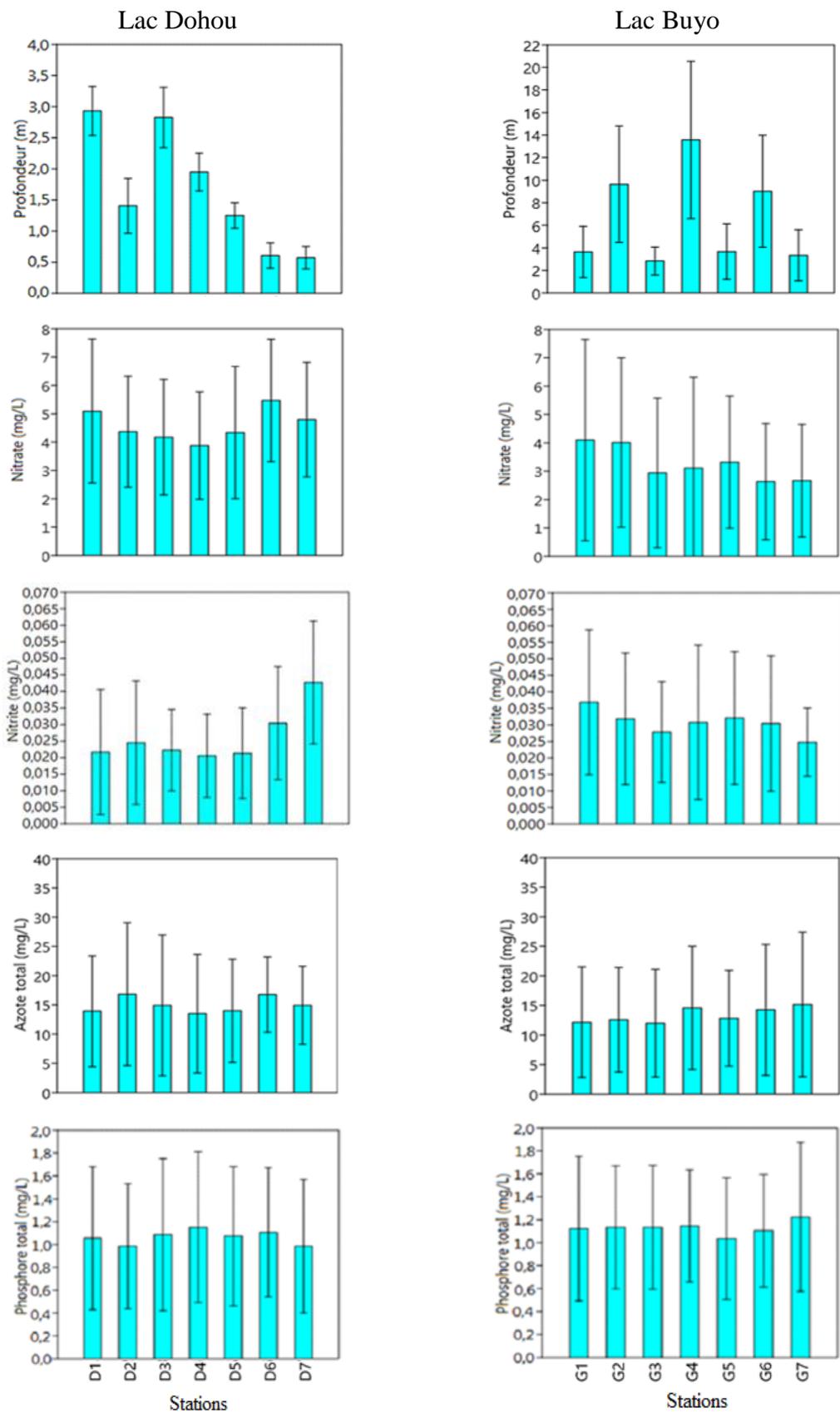


Figure 20 : Variations spatiales de la profondeur, des nitrates, des nitrites, de l'azote total et du phosphore total dans les lacs Dohou et Buyo.

3.1.1.1.2. Variations temporelles

Les variations mensuelles des caractéristiques physico-chimiques des lacs Dohou et Buyo sont présentés par les figures 20, 21 et le tableau VIII.

Globalement la température des eaux des lacs varie irrégulièrement dans le temps. La température, dans le lac Dohou, a varié entre $25,44 \pm 0,56$ °C en août et $29,8 \pm 1,25$ °C en octobre (Figure 20). Concernant le lac Buyo, les valeurs moyennes mensuelles de la température ont oscillé entre $24,88 \pm 0,5$ °C en mai et $30 \pm 0,61$ °C en novembre (Figure 20). Une différence significative (test t, $p < 0,05$) est notée entre les températures de la saison sèche et celles de la saison pluvieuse au niveau de chacun des lacs (Tableau VIII).

Au niveau du lac Dohou, les valeurs moyennes de la conductivité a révélé la plus faibles valeur ($39,71 \pm 5,62$ μS^{-1}) en septembre et plus forte valeur ($50,14 \pm 0,38$ μS^{-1}) en juin (Figure 20). Dans le lac Buyo, les valeurs extrêmes sont enregistrées dans les mois de mai ($56,71 \pm 4,03$ μS^{-1}) et novembre ($83,11 \pm 1,7$ μS^{-1}) (Figure 20). Les valeurs de conductivité ont différé significativement (test t, $p < 0,05$) entre la saison sèche et la saison pluvieuse seulement dans le lac Buyo (Tableau VIII).

En ce qui concerne les valeurs moyennes de l'oxygène dissous au cours des mois, dans le lac Dohou, le minimum ($2,64 \pm 1,06$ mg.L^{-1}) est obtenu en avril et le maximum ($7,66 \pm 0,23$ mg.L^{-1}) en mars (Figure 20). Quant au lac Buyo, ce paramètre a évolué de $1,24 \pm 0,36$ mg.L^{-1} en avril à $6,79 \pm 0,74$ mg.L^{-1} en mars (Figure 20). Aucune différence significative (test t, $p < 0,05$) des valeurs de l'oxygène dissous n'a été observée entre les saisons dans chacun des lacs (test t, $p > 0,05$) (Tableau VIII).

Au niveau du pH dans les lacs Dohou et Buyo, les valeurs moyennes mensuelles sont faibles (Dohou : $4,82 \pm 0,39$ et Buyo : $5,77 \pm 0,39$) en mars et élevées (Dohou : $6,82 \pm 0,23$ et Buyo : $7,79 \pm 0,69$) en décembre (Figure 20). Une variation significative (test t, $p < 0,05$) de pH est enregistrée entre la saison sèche et la saison des pluies dans le lac Dohou (Tableau VIII). Au niveau du lac Buyo ce paramètre n'a pas varié significativement (test t, $p > 0,05$) entre la saison sèche et la saison pluvieuse (Tableau VIII).

Pour les variations moyennes mensuelles de la transparence, le lac Dohou a enregistré la plus faible valeur ($0,39 \pm 0,14$ m) en février et la plus forte valeur en octobre ($0,82 \pm 0,24$ m) (Figure 20). Dans le lac Buyo, les valeurs moyennes de la transparence ont oscillé entre $0,17 \pm 0,04$ m (juin) et $1,17 \pm 0,35$ m (novembre) (Figure 20). Ce paramètre a varié significativement (test t, $p < 0,05$) entre la saison sèche et la saison des pluies dans chacun des lacs (Tableau VIII).

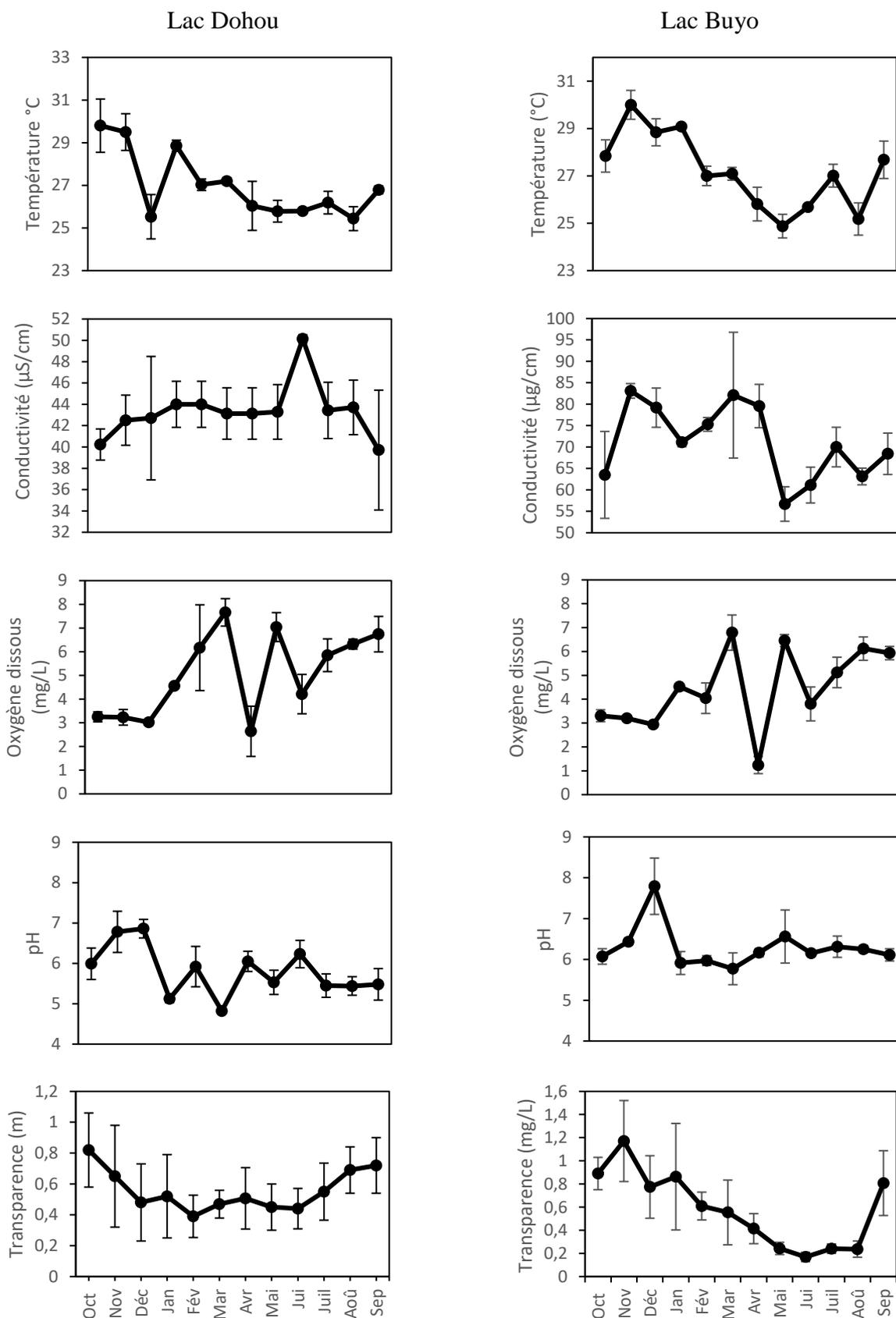


Figure 21 : Variations des moyennes mensuelles de la température, de la conductivité, du pH et de la transparence des lacs Dohou et Buyo.

Pour les profondeurs moyennes mensuelles, le lac Dohou a présenté la plus faible valeur ($1,53 \pm 0,83$ m) en février et la plus élevée ($2,45 \pm 0,74$ m) en novembre (Figure 21). Dans le lac Buyo, les profondeurs moyennes enregistrées sont comprises entre $3,94 \pm 3,48$ m (mars) et $10,76 \pm 5,34$ m (décembre) (Figure 21). Les valeurs de la profondeur n'ont pas varié significativement (test t, $p < 0,05$) entre la saison sèche et la saison des pluies dans chacun des lacs (Tableau VIII).

L'évolution des moyennes mensuelles des nitrates dans le lac Dohou est comprise entre $1,56 \pm 0,315$ mg.L⁻¹ (janvier) et $7,77 \pm 2,01$ mg.L⁻¹ (août) (Figure 21). Dans ce milieu, une variation significative (test t, $p < 0,05$) de ce paramètre est enregistrée entre la saison sèche et la saison des pluies (Tableau VIII). Pour le lac Buyo, les valeurs moyennes mensuelles des nitrates ont fluctué de $0,202 \pm 0,095$ mg.L⁻¹ en février à $8,114 \pm 2,064$ mg.L⁻¹ en août (Figure 21). Ce paramètre a varié significativement (test t, $p > 0,05$) entre la saison sèche et la saison pluvieuse seulement au niveau du lac Buyo (Tableau VIII).

Les concentrations moyennes en nitrites des eaux du lac Dohou ont évolué entre $0,014 \pm 0,002$ mg.L⁻¹ en février et $0,0482 \pm 0,0141$ mg.L⁻¹ en août (Figure 21). Dans le lac Buyo, les concentrations moyennes mensuelles en nitrites enregistrées sont comprises entre $0,013 \pm 0,002$ mg.L⁻¹ (janvier) et $0,073 \pm 0,019$ mg.L⁻¹ (août) (Figure 21). Une différence significative de concentrations en nitrites s'est affichée entre les saisons sèche (test t, $p < 0,05$) (Tableau VIII). Dans lac Dohou, les concentrations moyennes mensuelle de l'azote total sont enregistrées entre $2,74 \pm 0,53$ mg.L⁻¹ (février) et $29 \pm 2,38$ mg.L⁻¹ (novembre) (Figure 21). Au niveau du lac Buyo, la valeur moyenne de ce paramètre enregistrée est minimale ($1,508 \pm 0,488$ mg.L⁻¹) en février et maximale ($30,148 \pm 3,805$ mg.L⁻¹) en juin (Figure 21). Une différence significative (test t, $p < 0,05$) de concentrations en azote total est notée entre les saisons (Tableau VIII).

Concernant les concentrations moyennes mensuelles en phosphore total, dans le lac Dohou, les valeurs ont oscillé entre $0,33 \pm 0,08$ mg.L⁻¹ en février et $1,63 \pm 0,29$ mg.L⁻¹ en juillet (Figure 21). Au niveau du lac Buyo, les concentrations moyennes mensuelles en phosphore total enregistrées ont été entre $0,167 \pm 0,11$ mg.L⁻¹ (janvier) et $1,61 \pm 0,19$ mg.L⁻¹ (mai) (Figure 21). Ce paramètre a été significativement (test t, $p < 0,05$) plus élevé en saison pluvieuse qu'en saison sèche dans les lacs étudiés (Tableau VIII).

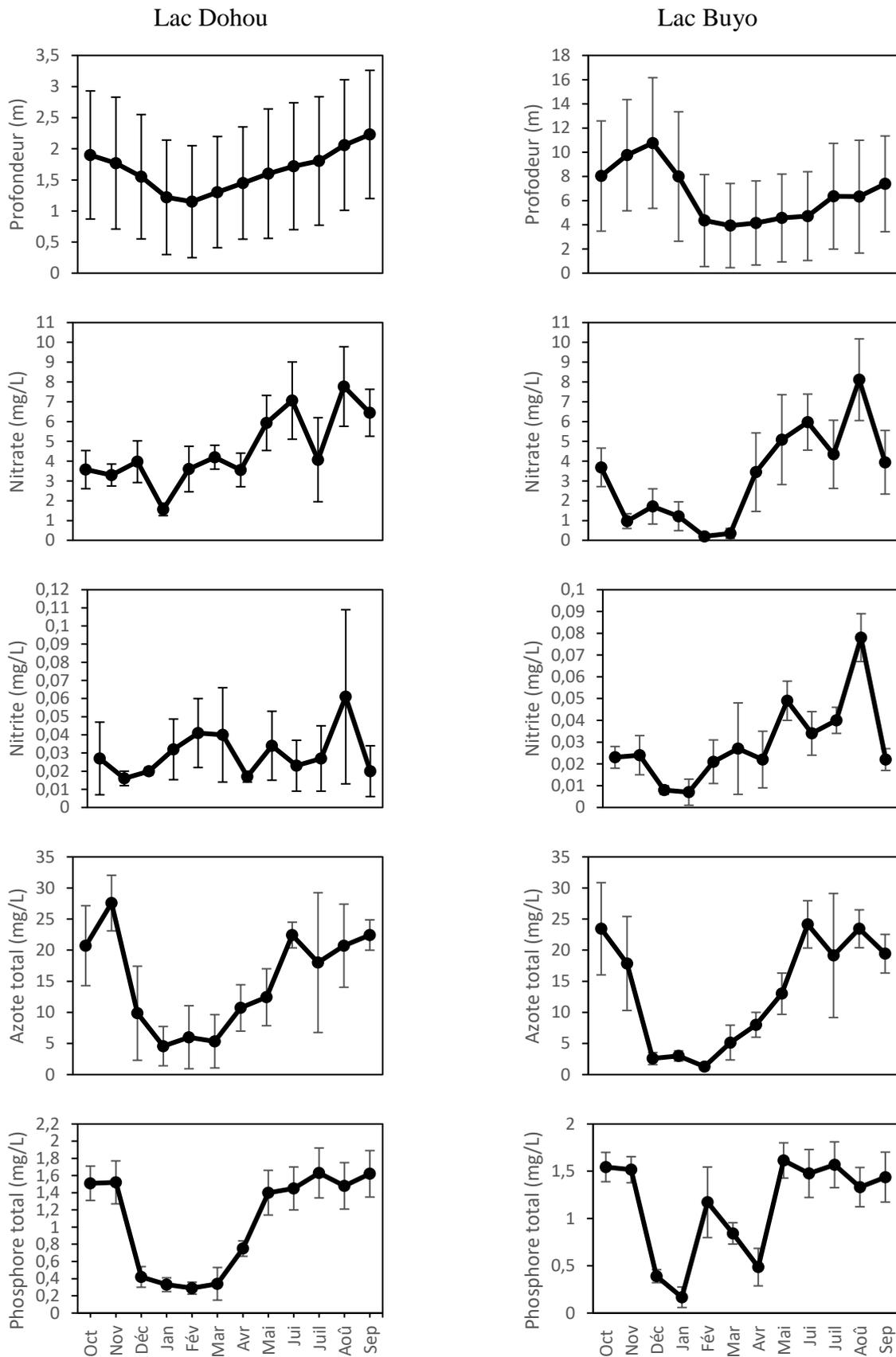


Figure 22 : Variations des moyennes mensuelles de la profondeur, des nitrates, des nitrites, de l'azote total et du phosphore total dans les lacs Dohou et Buyo.

Tableau VIII : Variations saisonnière des paramètres physicochimiques des lacs Dohou et Buyo.

Paramètres physicochimiques	Lac Dohou			Lac Buyo		
	SS (Moy ± SD)	SP (Moy ± SD)	Significativité	SS (Moy ± SD)	SP (Moy ± SD)	Significativité
Temp (°C)	27,62 ± 1,55	26,55 ± 1,55	$p < 0,05$	28,4 ± 1,26	26,3 ± 1,26	$p < 0,05$
Cond (µS-1)	43,27 ± 3,16	43,38 ± 4,19	$p > 0,05$	78,17 ± 7,95	66,07 ± 8,63	$p < 0,05$
pH	5,9 ± 0,9	5,75 ± 0,44	$p > 0,05$	6,37 ± 0,84	6,23 ± 0,31	$p > 0,05$
OD (mg.L ⁻¹)	4,93 ± 1,97	5,15 ± 1,77	$p > 0,05$	4,3 ± 1,45	4,57 ± 1,82	$p > 0,05$
Trans (m)	0,49 ± 0,23	0,6 ± 0,22	$p > 0,05$	0,79 ± 0,37	0,43 ± 0,3	$p < 0,05$
Prof (m)	2,19 ± 0,98	2,28 ± 0,99	$p > 0,05$	6,54 ± 5	5,28 ± 3,82	$p > 0,05$
NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	3,06 ± 2,38	6,4 ± 6,21	$p < 0,05$	0,89 ± 0,77	4,94 ± 2,26	$p < 0,05$
NO ₂ ⁻ (mg.L ⁻¹)	0,02 ± 0,02	0,031 ± 0,02	$p < 0,05$	0,018 ± 0,014	0,038 ± 0,021	$p < 0,05$
Nt (mg.L ⁻¹)	11,4 ± 10,34	21,67 ± 5,75	$p < 0,05$	5,97 ± 7,05	18,65 ± 7,6	$p < 0,05$
Pt (mg.L ⁻¹)	0,58 ± 0,5	1,41 ± 0,36	$p < 0,05$	0,611 ± 0,408	1,498 ± 0,217	$p < 0,05$

SS : saison sèche ; SP : saison pluvieuse ; Moy : moyenne ; SD : écartype ; Temp : Température ; Cond : conductivité ; pH : potentiel hydrogène ; OD : oxygène dissous ; NO₃⁻ : nitrates ; NO₂⁻ : nitrites ; Nt : azote total ; Pt : phosphore total ; Trans : transparence ; Prof : profondeur

3.1.1.2. Typologies abiotiques

3.1.1.2.1. Regroupements spatiaux

Les analyses en composantes principales réalisées afin de déterminer les regroupements spatiaux intra lacs en fonction des variables physicochimiques sont présentées par les figures 22 et 23. Dans le lac Dohou, les résultats de cette analyse ont indiqué que les deux premiers axes ont représenté 78,08 % de la variance totale des données (Figure 22a). L'axe 1 et 2 ont exprimé respectivement 58,18 % et 19,90 % de cette variance. Au niveau du cercle de corrélation (Figure 22b) les variables tels que la transparence, l'oxygène dissous, le pH et la profondeur sont positivement corrélées à l'axe 1 tandis que l'azote total et les nitrites lui sont associés négativement. L'axe 2 est corrélé positivement à la conductivité et au phosphore total, par contre le nitrate est négativement corrélé à cet axe. La carte factorielle présentée par la figure 22c montre à partir de l'axe 1 deux types d'eaux dans le lac Dohou. Les eaux des stations D6 et D7 se distinguent des eaux des autres stations respectivement par les valeurs élevées de conductivité, de phosphore total et de nitrite, d'azote total.

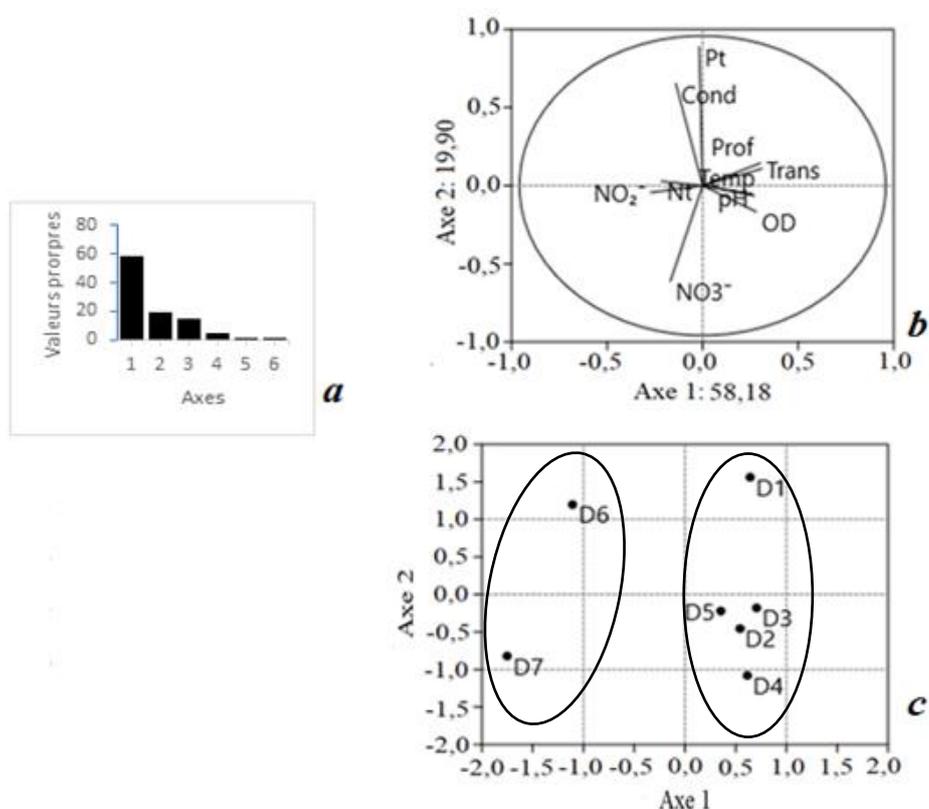


Figure 23 : Ordination spatiale en fonction des variables abiotiques dans le lac Dohou à partir d'une analyse en composantes principales (ACP). a : Graphe des valeurs propres ; b : Cercle de corrélation des variables aux axes principaux (1 et 2) et c : Cartes factorielles des groupes d'échantillons dans le plan des axes principaux. D1 à D7 : Stations d'échantillonnage. Temp : Température ; OD : Oxygène dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO₂⁻ : Nitrites ; NO₃⁻ : Nitrates ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total.

Au niveau du lac Buyo, les deux premiers axes de l'ACP ont exprimé 68,33 % de la variance totale de l'ensemble de données (Figure 24a). L'axe 1 exprimant 49,55 % de la variance total est corrélé positivement aux variables tels que le pH et l'azote total. Cet axe, dans sa partie négative est corrélé au nitrate (Figure 24b). L'axe 2 expliquant 18,78 % de la variance totale, sont corrélés positivement la profondeur, la transparence et la température tandis que le phosphore total lui est négativement corrélé (Figure 24b). La carte factorielle (Figure 24c) révèle que les stations d'échantillonnage dans le plan d'eau (G2, G4, G6) peuvent être dissociées nettement des autres stations par l'axe 1 à partir des valeurs élevées de conductivité, d'azote total et pH.

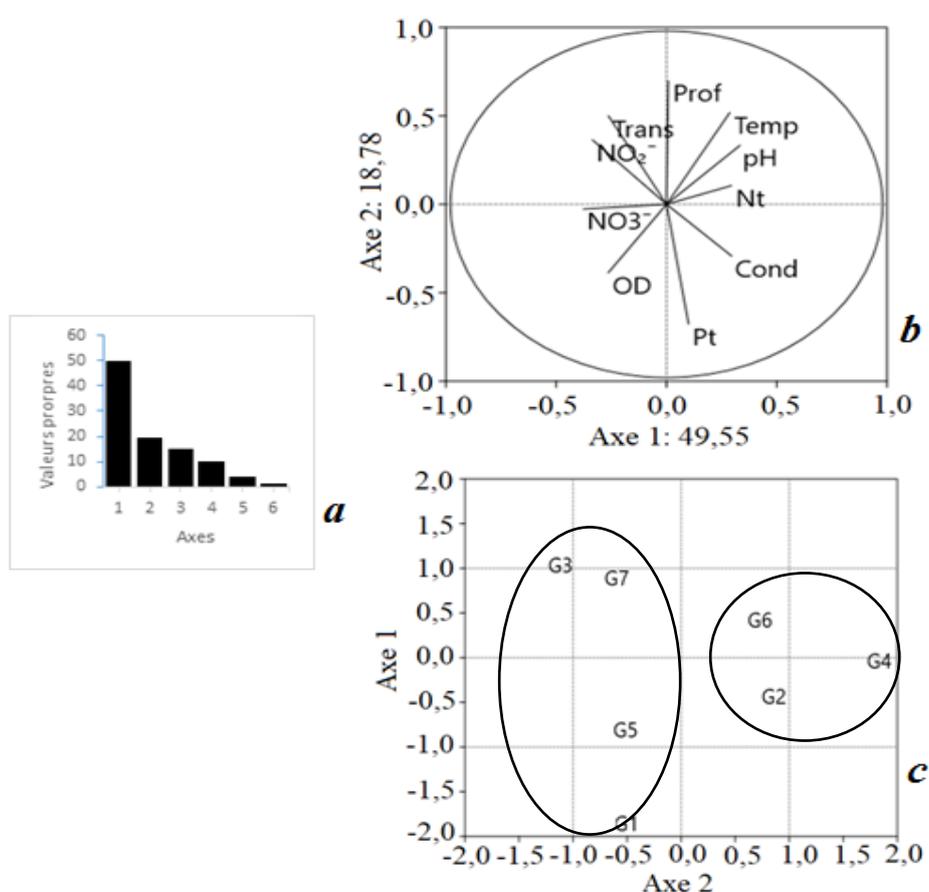


Figure 24 : Ordination spatiale en fonction des variable abiotiques dans le lac Buyo à partir d'une analyse en composantes principales (ACP). a : Graphe des valeurs propres ; b : Cercle de corrélation des variables aux axes principaux (1 et 2) et c : Cartes factorielles des groupes d'échantillons dans le plan des axes principaux. G1 à G7 : Stations d'échantillonnage. Temp : Température ; OD : Oxygène dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO₂⁻ : Nitrites ; NO₃⁻ : Nitrates ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total.

3.1.1.2.2. Regroupements temporels

L'ordination mensuelle des paramètres étudiés dans les lacs étudiés est présentée par les figures 23 et 24.

Pour le lac Dohou, l'analyse en composantes principales a permis de noter que les deux premiers axes représentent plus de la moitié de la variance totale (62,63 %) de données (Figure 23a). L'axe 1 exprime 38,80 % de la variance totale et l'axe 2 en représente 23,83 %. Le cercle de corrélation (Figure 23b) montre que les variables tels que, l'azote total, le phosphore total, la transparence et la profondeur sont positivement corrélées à l'axe 1. L'axe 2 est corrélé dans sa partie positive à l'oxygène dissous, à la température et aux nitrites par contre la conductivité et le pH sont négativement corrélés à cet axe. A partir de la carte factorielle représentée par la figure 23c, l'axe 1 permet de séparer les relevés des mois de septembre, octobre, avril, mai, juin, juillet, et août (saison pluvieuse) des relevés des mois de novembre, décembre, janvier, février et mars (saison sèche). Pendant les mois de la saison pluvieuse, les eaux du lac Dohou sont caractérisées par des valeurs élevées d'azote total et de phosphore total.

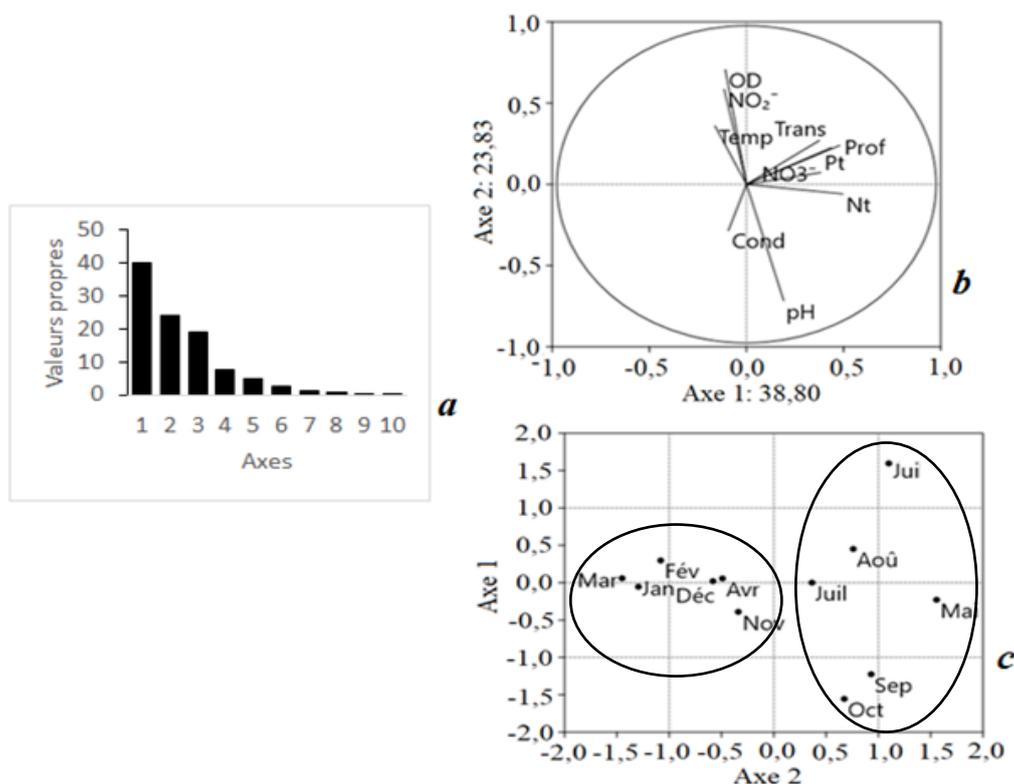


Figure 25 : Ordination mensuelle en fonction des variables abiotiques dans le lac Dohou à partir d'une analyse en composantes principales (ACP). a : Graphe des valeurs propres ; b : Cercle de corrélation des variables aux axes principaux (1 et 2) et c : Cartes factorielles des groupes d'échantillons dans le plan des axes principaux. Temp : Température ; OD : Oxygène dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO₂⁻ : Nitrites ; NO₃⁻ : Nitrates ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total.

Concernant le lac Buyo, les résultats de l'analyse en composantes principales mettant en évidence les regroupements mensuels des paramètres physico-chimiques est présenté par la figure 25. Dans cette analyse, les deux premiers axes représentent 68,22 % de la variance totale de l'ensemble de données (Figure 25a). L'axe 1 exprime 49,44 % de la variance total et l'axe 2 en représente 18,78 %. Le cercle de corrélation (Figure 25b) montre que les variables tels que le nitrite, le nitrate et l'oxygène dissous sont positivement corrélés à l'axe 1 tandis que la conductivité lui est corrélée dans sa partie négativement. Sur l'axe 2, sont positivement corrélés la température, la transparence, le phosphore total, la profondeur, le pH et l'azote total. A partir de la carte factorielle présentée par la figure 25c, les relevés des mois de la saison sèche (novembre, décembre, janvier, février, mars) se distinguent de ceux des mois de la saison pluvieuse (septembre, octobre, juin, juillet et août) au niveau de l'axe 1. Pendant la saison pluvieuse, les eaux du lac Buyo sont influencées par les valeurs élevées de l'oxygène dissous, du nitrate et du nitrite. Cependant en saison sèche, les eaux sont plutôt caractérisées par les valeurs élevées de conductivité.

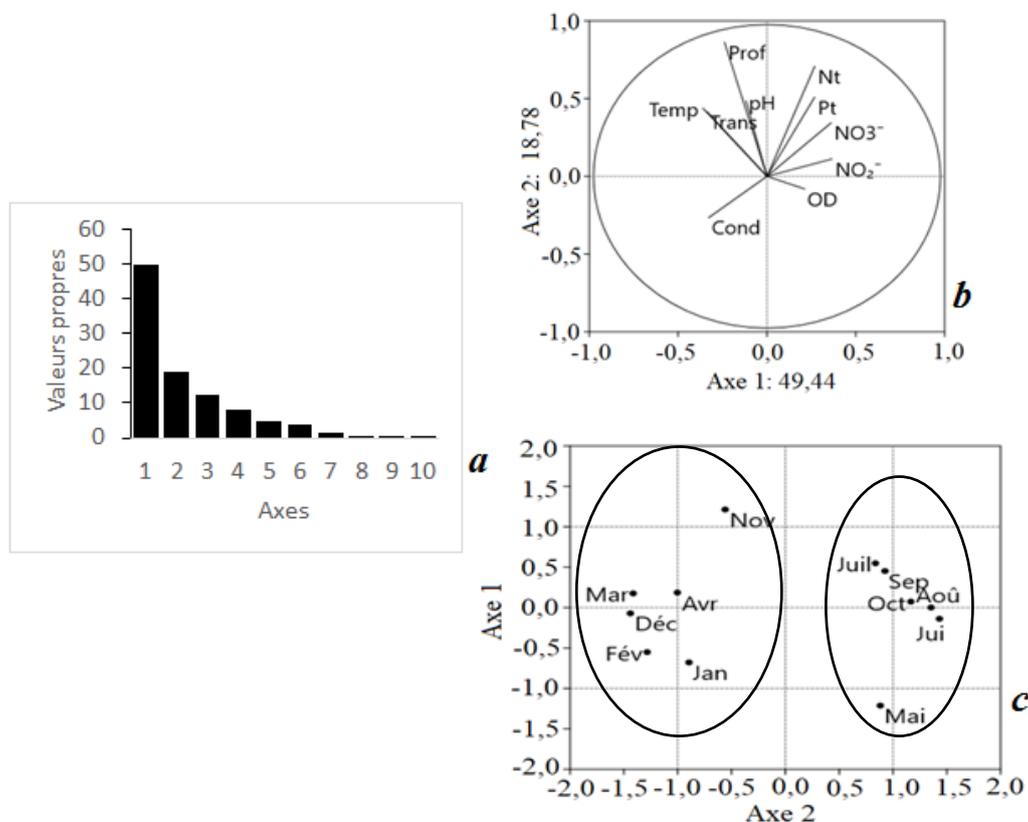


Figure 26 : Ordination mensuelle en fonction des variables abiotiques dans le lac Buyo à partir d'une analyse en composantes principales (ACP). a : Graphe des valeurs propres ; b : Cercle de corrélation des variables aux axes principaux (1 et 2) et c : Cartes factorielles des groupes d'échantillons dans le plan des axes principaux. Temp : Température ; OD : Oxygène dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO₂⁻ : Nitrites ; NO₃⁻ : Nitrates ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total.

3.1.2. Discussion

Les variations des paramètres physicochimiques des eaux du lac Buyo et du lac Dohou ont permis de mettre en évidence plusieurs interactions entre les facteurs écologiques.

Les valeurs moyennes de température variant de 26,55 °C à 27,62 °C dans le lac Dohou et de 26,40 °C à 28,4 °C sur le lac Buyo montrent que ces eaux sont relativement chaudes. En effet, de manière générale la température des eaux reste influencée par les conditions climatiques dues à l'insolation et aux précipitations (Issola *et al.*, 2008 ; Grogga, 2012). Ces valeurs moyennes de température enregistrées sont similaires à celles obtenues en Côte d'Ivoire par Adon (2013) dans la retenue d'eau d'Adzopé (23,3 à 30,13 °C), Ossey *et al.* (2008) dans lac de Barrage de Buyo (26,4 à 32,3 °C) et au Bénin par Houssou *et al.* (2015) dans les lacs Azili et Ahéméau (26,2 °C et 30,7 °C)

Les eaux des lacs Dohou et Buyo sont relativement acides. Par ailleurs les eaux du lac Dohou sont plus acides que celles du lac Buyo à cause de sa proximité des dômes plutoniques et par la quasi envahissement de sa surface par les végétaux aquatiques. Cette acidité serait liée à la production de CO₂ sous l'action des activités biologiques et des apports pluvieux (Lasm *et al.*, 2008). En effet, l'hydratation du CO₂ produit l'acide carbonique dont l'ionisation libère des ions H⁺ qui contribuent à l'acidité des eaux (Konan *et al.*, 2017). L'acidité des eaux continentales est relative à l'apport d'acides humiques provenant du lessivage des sols, du rejet des eaux usées et de la décomposition des macrophytes sous l'action des bactéries (Korfali & Davies, 2003). Cette activité bactérienne entraîne une consommation de l'oxygène dissous des lacs ce qui expliquerait les faibles valeurs de ce paramètre enregistrées dans cette étude. Les valeurs moyennes de pH obtenues dans cette étude confirment l'assertion de Kortatsi (2007) qui stipule qu'en général, le pH des eaux naturelles est compris entre 4,5 et 9.

Les valeurs moyennes de la conductivité des lacs Dohou et Buyo sont faibles en saison pluvieuse et élevées pendant la saison sèche. Cette observation pourrait s'expliquer par une accumulation d'ion due à une remise en suspension de particules solides sous l'effet de l'évaporation combinée au manque d'apport d'eau en saison sèche. Nos résultats corroborent ceux de Grogga *et al.* (2012) sur le lac Taabo, d'Adon *et al.* (2012) sur la retenue d'eau d'Adzopé et d'Adou *et al.* (2018) sur le lac d'Ayamé 2. Cependant la minéralisation est forte dans le lac Buyo que dans le lac Dohou. Ce résultat serait dû aux apports des affluents du fleuve Sassandra au lac et aussi à l'utilisation de certaines zones du lac pour l'agriculture pendant la période d'étiage.

La transparence moyenne de l'eau des lacs ne dépasse pas 1 mètre pendant la période d'étude. Les valeurs moyennes de ce paramètre sont plus faibles en saison sèche dans le lac Dohou (0,46

m) et en saison pluvieuse dans le lac Buyo (0,62 m). Dans le lac Dohou, la faible valeur moyenne enregistrée lors de la saison sèche serait due à la décomposition des macrophytes, qui entraîne une augmentation de la densité des particules en suspension. Au niveau du lac Buyo, la faible valeur moyenne pendant la saison des pluies, s'expliquerait par l'arrivée d'eaux de ruissellement chargées de solides et de matières en suspension ce qui contribuerait à troubler l'eau du lac et à réduire sa transparence. Nos résultats sont similaires à ceux d'Adou *et al.* (2018) sur le lac du barrage d'Ayamé 2 avec des moyennes de transparence inférieures à 1 m.

Les composés azotés et phosphorés sont des constituants essentiels de la matière organique et rentrent dans la composition des protéines cellulaires. Ces composés sous forme minérale (nitrites, nitrates, azote total, phosphore total) sont utilisés par les algues pour leur développement. Les concentrations élevées de ces composés dans les lacs Dohou et Buyo surtout en saison pluvieuse pourraient être liées au lessivage des terres cultivées, qui sont enrichies en engrais (chimiques et organiques) et aux produits phytosanitaires ou aux effluents urbains. Selon Labroue *et al.* (1995), Mouelhi (2000) et Turki (2002), les apports en azote en milieux lacustres sont liés aux précipitations, aux eaux de surface ou souterraines affluentes. L'évolution saisonnières des nitrites et nitrates des lacs est similaire à celle obtenue par Kouamé *et al.* (2019) sur le lac Dohou.

Concernant la typologie abiotique, dans le lac Dohou, les stations D6 et D7 se démarquent des autres stations par des valeurs élevées d'azote total et de nitrite pendant la saison pluvieuse. Ces stations de par leur situation à l'entrée et à la sortie du lac reçoivent les effluents urbains ainsi que les eaux de ruissellement des terres agricoles fertilisées ce qui expliquerait leur forte concentration en azote total et en nitrite. Au niveau du lac Buyo, ce sont les stations G2, G4 et G6 qui se distinguent des autres stations par des valeurs élevées de conductivité, d'azote total et de pH. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que ces stations sont situées dans le chenal du lac et sont soumises aux perturbations liées à l'activité de transport fluvial qui provoque, par le mouvement des embarcations, une remise en suspension du sédiment.

Au niveau saisonnier dans les deux lacs, une séparation entre les mois pluvieux et les mois secs. La saison pluvieuse est marquée par des valeurs élevées en composés azoté et phosphoré qui proviendrait des eaux de ruissellement des terres cultivées, des maraîchers, des eaux usées urbaines ainsi que des eaux chargées des rivières s'y déversant. Nos résultats concordent avec les résultats obtenus dans le lac de Tunis où les fortes valeurs de nutriments sont enregistrées en période pluvieuse (Abidi *et al.*, 2014).

3.2. Composition du phytoplancton des lacs Dohou et Buyo

3.2.1. Résultats

3.2.1.1. Inventaire taxinomique global

Dans l'ensemble, la communauté phytoplanctonique des lacs Dohou et Buyo est constituée au total de 449 taxons regroupés en 139 genres, 57 familles, 25 ordres, 11 classes et 7 embranchements (Tableau IX). Les embranchements sont les Chlorophyta avec 234 taxons (52 %), les Euglenophyta représentés par 92 taxons (20,5 %), les Cyanobacteria avec 54 taxons (12 %), les Bacillariophyta représentés par 52 taxons (11,5 %) et les autres avec 17 taxons (les Xanthophyta : 8 taxons, les Pyrrophyta : 7 taxons et les Chrysophyta : 2 taxons) (4 %) (Tableau X). Les différents taxons inventoriés ont été illustrés par les planches en annexe.

L'embranchement des Chlorophyta a renfermé la plus grande diversité dans l'ensemble des deux lacs suivis par l'embranchement des Euglenophyta. Les Chlorophyta sont constitués de trois classes à savoir, les Chlorophyceae (99 taxons), les Zygnematophyceae (120 taxons) et les Oedogoniophyceae (2 taxons). La classe des Zygnematophyceae est la plus riche et comporte deux ordres, l'ordre des Zygnematales (129 taxons) et l'ordre des Volvocales (5 taxons). L'ordre des Zygnematales est le plus diversifiés avec principalement la famille des Desmidiaceae. Dans cette famille les genres les plus représentés sont, le genre *Staurastrum* (35 taxons), le genre *Cosmarium* (26 taxons), le genre *Euastrum* (16 taxons) et le genre *Closterium* (14 taxons).

Concernant l'embranchement des Euglenophyta, le groupe est uniquement constitué de la seule classe des Euglenophyceae (92 taxons). Cette classe est composée également du seul ordre des Euglenales avec 2 familles (Euglenaceae et Phacaceae). Les principaux genres qui les représentent sont le genre *Trachelomonas* (39 taxons) et le genre *Phacus* (18 taxons). Sur l'ensemble des taxons répertoriés, plus de la moitié est (262 taxons) est commune aux deux lacs (Tableau IX). Ces taxons comprennent les Chlorophyta avec 119 taxons, les Euglenophyta avec 58 taxons, les Cyanobacteria avec 41 taxons, les Bacillariophyta avec 36 taxons et les autres avec 11 taxons.

En ce qui concerne le nombre de taxons par lac, 372 taxons ont été récoltés dans le lac Dohou contre 339 dans le lac Buyo (Tableau IX)

Tableau IX : Composition phytoplanctonique lac Dohou et du lac Buyo. D1 à D7 : stations du lac Dohou ; G1 à G7 : stations du lac Buyo. FD : fréquence d'occurrence dans le lac Dohou ; FG : fréquence d'occurrence dans le lac Buyo ; ● : présence.

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou								Lac Buyo								
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %	
TAXONS																	
CYANOBACTERIA																	
CYANOPHYCEAE																	
SYNECHOCOCCALES																	
Synechococcaceae																	
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau					●			10,7	●	●	●	●	●	●	●	64,3	
<i>Synechococcus</i> sp.	●	●						16,7	●	●	●		●		●	17,9	
Merismopediaceae																	
<i>Aphanocapsa conferta</i> (W. West. & G. W. West)		●		●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	100	
<i>Komárkova-Legnerova</i>	●	●	●	●	●	●	●	38,1	●	●	●	●	●	●	●	85,7	
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G. S. West			●	●	●	●		85,7	●	●	●	●	●	●	●	85,7	
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	100	
<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst	●	●	●	●	●	●	●	32,1	●		●		●	●		35,7	
<i>Aphanocapsa</i> sp.		●		●	●			38,1		●	●	●	●		●	35,7	
<i>Merismopedia elegans</i> Braun	●	●		●		●	●	35,7		●	●	●		●	●	85,7	
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	●		●			●		35,7	●	●	●	●	●	●	●	85,7	
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	●	●	●				●	38,1	●	●	●	●	●	●	●	100	
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann																	
Coelosphaeriaceae																	
<i>Coelosphaerium evidenter-marginatum</i> M. T. P.	●	●					●	25	●	●	●	●	●	●	●	85,7	
<i>Azevedo & Sant Anna</i>									●		●		●		●	85,7	
<i>Coelosphaerium kützingianum</i> Nägeli											●	●			●	14,3	
<i>Coelosphaerium</i> sp.																	
Pseudanabaenaceae																	
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn						●		6			●		●			11,9	
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	●	●			●			25	●	●	●	●	●	●	●	64,29	
CHROOCOCCALES																	
Chroococcaceae																	
<i>Chroococcus aphanocapsoides</i> Skuja	●				●			14,3						●		4,8	
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann	●	●		●	●	●		64,3	●	●	●	●		●	●	64,3	

Tableau IX (Suite)

TAXONS	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	64,3
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Chroococcus minutus</i> Keissler		•	•	•	•	•		85,7	•	•	•	•	•	•		100
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	•		•	•	•	•		64,3		•	•	•		•		64,3
Microcystaceae																
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	•	•	•	•	•	•		28,6	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Microcystis densa</i> W. West. & G. W. West			•		•	•		10,7			•				•	4,8
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	•	•	•	•				33,3			•			•	•	21,2
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek			•					6	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Microcystis</i> sp. 1						•		6							•	2,4
<i>Microcystis</i> sp.2											•					2,4
Gomphosphaerioidaceae																
<i>Coelomoron</i> sp.															•	2,4
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kützing	•		•		•			14,3	•		•	•			•	23,8
<i>Gomphosphaeria</i> sp.						•		3,6								
<i>Snowella atomus</i> J. Komárek & Hindák	•	•	•	•	•	•		85,7	•	•	•	•	•	•	•	100
SPIRULINALES																
Spirulinaceae																
<i>Spirulina</i> sp.	•				•			4,8		•					•	4,8
<i>Arthrospira</i> sp.					•			3,6				•				3,6
NOSTOCALES																
Nostocaceae																
<i>Anabaena affinis</i> Lemmermann	•	•	•	•				28,6	•	•	•	•	•	•	•	58,3
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	•							4,8	•		•			•	•	47,6
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahns	•				•			7,1	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Anabaena</i> sp.														•		3,6
<i>Calothrix</i> sp.	•				•			7,1								
<i>Nostoc piscinale</i> (Kützing) ex Bornet & Flahault					•			3,6			•	•		•		9,5
Stigonemataceae																
<i>Stigonema</i> sp.	•				•			7,1								
Scytonemataceae																
<i>Scytonema</i> sp.												•				3,6
Hapalosiphonaceae																

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou								Lac Buyo								
	TAXONS	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Hapalosiphon hibernicus</i> West & G. S. West	•		•	•	•				14,3								
OSCILLATORIALES																	
Oscillatoriaceae																	
<i>Oscillatoria proboscidea</i> Gomont	•					•	•		10,7					•			3,6
<i>Oscillatoria limosa</i> (Dillwyn) Agardh			•	•	•	•	•	•	21,4	•		•		•	•		28,6
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	•	•				•			7,1							•	3,57
<i>Oscillatoria rubescens</i> (D C ex Gomont) Anagnostidis & Komárek																•	6
<i>Phormidium articulatum</i> (Gardner) Anagnostidis & Komárek	•	•	•			•			14,3		•	•	•	•	•	•	42,9
<i>Phormidium granulatum</i> (Gardner) Anagnostidis	•					•		•	14,3			•			•		14,3
<i>Planktolyngbya contorta</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárkova-Legnerova	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Plectonema puteale</i> (Kirchner) Hansgirg						•			7,1	•	•	•	•	•	•	•	85,7
Microcoleaceae																	
<i>Planktothrix compressa</i> (Utermöhl) Anagnostidis & Komárek	•	•				•	•		38,1			•	•				9,5
Gomontiellaceae																	
<i>Komvophoron constrictum</i> (Szafer) Anagnostidis & Komárek											•	•			•	•	23,8
EUGLENOPHYTA																	
EUGLENOPHYCEAE																	
EUGLENALES																	
Euglenaceae																	
<i>Euglena anabaena</i> var. <i>minor</i> Mainx	•								3,57								
<i>Euglena geniculata</i> Dujardin	•	•							7,14								
<i>Euglena gracilis</i> Klebs	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	95,5
<i>Euglena hemicromata</i> Skuja								•	7,14	•	•		•		•		28,6
<i>Euglena gaumei</i> P. allorge & M. Lefèvre	•								3,57		•	•			•	•	28,6
<i>Euglenaformis proxima</i> (P. A. Dangeard) M. S. Bennett & Triemer	•								3,57								
<i>Euglena sanguinea</i> Ehrenberg										•	•		•	•	•		42,9

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Trachelomonas raciboskii</i> Woloszynska	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	64,3
<i>Trachelomonas robusta</i> Svirenko	●	●	●	●	●	●	●	53,6	●	●	●	●	●	●	●	58,3
<i>Trachelomonas similis</i> Stokes									●		●			●	●	28,6
<i>Trachelomonas superba</i> Svirenko	●							7,1								
<i>Trachelomonas sydneyensis</i> Playfair	●	●	●	●	●	●	●	100			●				●	7,1
<i>Trachelomonas varians</i> Skvortzov	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●			35,7
<i>Trachelomonas vas</i> Deflandre	●	●		●	●			23,8								
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	100
<i>Trachelomonas volvocinospis</i> Svirenko	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	64,3
<i>Trachelomonas volzii</i> var. <i>acidophila</i> Bourrelly	●				●			14,3								
<i>Trachelomonas volzii</i> var. <i>intermedia</i> Playfair	●							4,8								
<i>Trachelomonas</i> sp.		●						12								
<i>Strombomonas acuminata</i> var. <i>deflandreana</i> W. Conrad									●						●	14,3
<i>Strombomonas deflandrei</i> (Roll) Deflandre								8,3	●	●		●	●	●	●	42,9
<i>Strombomonas fluviatilis</i> var. <i>levis</i> (Lemmermann) Deflandre	●	●						21,4	●	●		●			●	28,6
<i>Strombomonas gibberosa</i> Playfair	●	●			●	●		33,3	●			●		●		21,4
<i>Strombomonas girardiana</i> (Playfair) Deflandre	●	●	●	●	●		●	28,6	●	●				●	●	28,6
<i>Strombomonas triquetra</i> (Playfair) Deflandre				●	●			14,3	●	●		●		●	●	35,7
<i>Strombomonas verrucosa</i> var. <i>elongata</i> (Skvortzov) Deflandre	●		●		●			21,4	●	●		●		●	●	41,7
<i>Strombomonas verrucosa</i> (Daday) Deflandre	●	●		●				25	●		●	●	●	●		41,7
<i>Strombomonas</i> (Daday) Deflandre var. <i>zmiewika</i> (Svirenko) Deflandre						●		6	●	●		●	●			23,8
<i>Strombomonas</i> sp.									●							3,6
Phacaceae																
<i>Lepocinclis acus</i> (O. F. Müller) Marin et Melkonian	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	58,3
<i>Lepocinclis acuta</i> Prescott		●				●	●	25								
<i>Lepocinclis marssonii</i> Lemmermann	●	●		●	●		●	59,5	●		●	●			●	47,6
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Minkevich	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	100
<i>Lepocinclis oxyuris</i> Hüber-Pestalozzi	●				●	●		32,1	●		●		●		●	47,6
<i>Lepocinclis saliaa</i> . Fritsch									●	●		●	●	●		47,6
<i>Lepocinclis spirogyra</i> Korshikov	●				●			14,3								

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou								Lac Buyo								
	TAXONS	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Lepocinclis spirogyra</i> var. <i>fusca</i> G. A. Klebs	•								7,14	•							9,5
<i>Lepocinclis texta</i> (Dujardin) Lemmermann			•	•	•				28,6	•	•	•	•	•	•	•	95,3
<i>Lepocynclis ovum</i> var. <i>fominii</i> (Y. V. Roll) Zakrys & M. Lukomska			•				•		16,7	•	•	•	•	•	•	•	59,5
<i>Menoidium gracile</i> Playfair	•	•		•				•	35,7								
<i>Menoidium pellucidum</i> Perty				•					6								
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	•							•	9,5								
<i>Phacus acuminatus</i> Pochmann	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	64,3
<i>Phacus acuminatus</i> var. <i>discifer</i> (Pochmann) Hüber-Pestalozzi	•				•				10,7	•					•	•	41,7
<i>Phacus acuminatus</i> var. <i>granulata</i> (Roll) Hüber-Pestalozzi				•					2,4				•				2,4
<i>Phacus angulatus</i> Pochmann	•								6		•		•				14,3
<i>Phacus glaber</i> (Deflandre) Pochmann	•			•	•	•	•	•	28,6	•		•					14,3
<i>Phacus horridus</i> Pochmann		•		•					11,9								
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>insecta</i> Koczwara	•		•					•	39,6		•		•	•		•	42,6
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	•	•	•	•	•			•	64,3	•	•		•		•	•	41,7
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>tortus</i> Lemmermann	•								7,1		•				•	•	23,8
<i>Phacus orbicularis</i> Hübner						•	•	•	28,6								
<i>Phacus platalea</i> Drezepolski	•	•	•	•	•	•	•	•	95,3	•			•		•		41,7
<i>Phacus sesquitortus</i> Pochmann	•		•		•			•	38,1		•		•			•	21,4
<i>Phacus suecicus</i> Lemmermann	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•		•		•			10,7
<i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortzov				•			•	•	17,9								
<i>Phacus tortus</i> var. <i>roeckli</i> Pochmann		•							3,6					•			7,1
<i>Phacus undulatus</i> (Skvortsov) Pochmann	•	•							14,3								
<i>Phacus</i> sp.1	•			•	•				14,3					•			7,2
<i>Phacus</i> sp.2												•		•			11,9
CHLOROPHYTA																	
CHLOROPHYCEAE																	
CHLOROCOCCALES																	
Golenkiniaceae																	
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	•	•	•	•	•	•	•	•	83,3						•		10,7
<i>Golenkiniopsis chlorelloides</i> (Lund) Flott												1		1		1	21,4

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou							Lac Buyo									
	TAXONS	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
Palmellaceae																	
<i>Desmatractum mindutum</i> (Geitler) Pascher	•			•	•	•			33,3	•		•		•		•	64,3
<i>Treubaria quadrispina</i> (G. M. Smith) Flott & Kováčik	•					•			16,7		•						6
Hydrodictyaceae																	
<i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i> (Ehrenberg) ex Meneghini														•			3,6
<i>Pediastrum biradiatum</i> var. <i>longecornutum</i> Gutwinski												•			•		6
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Raciborski) Sulek						•			7,1	•		•	•	•	•	•	57,1
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch										•	•	•		•	•	•	47,6
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>gracillium</i> . West & G. S. West	•			•	•				32,1	•		•		•		•	35,7
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	•	•	•	•	•	•	•	•	71,4	•	•	•	•	•	•	•	66,7
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>rectangulare</i>											•			•			16,6
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen		•	•		•	•			42,9					•			7,1
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg)	•					•			26,2								
<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetraodron</i> (Ehrenberg) Ralfs		•			•	•			35,7			•			•	•	7,1
Micractiniaceae																	
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing																	6
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachmann	•	•	•	•			•		64,5			•	•	•	•	•	64,5
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	•	•	•	•	•	•	•	•	85,7	•	•	•	•	•	•	•	57,1
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz											•	•	•	•			64,5
<i>Micractinium bornhemiense</i> (Conrad) Korshikov																	6
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius.						•			6	•	•			•	•	•	23,8
<i>Selenodictyum brasiliense</i> Uherk														•			6
Chlorellaceae																	
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek	•								7,1			•					7,1
<i>Ankistrodesmus bibrainus</i> (Reinsch) Korshikov						•	•		19,1								
<i>Ankistrodesmus densus</i> Korshikov	•	•	•	•	•	•	•		85,7	•		•	•	•	•	•	85,7
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	•	•					•		25	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> West & G. S. West	•	•	•	•	•	•	•	•	85,71	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turner) Lemmermann												•		•			19,1
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	•	•	•	•	•				58,3	•	•	•	•	•	•	•	58,3

Tableau IX (Suite)

TAXONS	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Chlorococcum minutum</i> Starr										●	●	●		●	●	35,7
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) Belcher & Swale		●						6		●		●		●		21,4
<i>Gloeocystis vesiculosa</i> Nägeli															●	6
<i>Kirchneriella diana</i> var. <i>major</i> (Bohlin) Comas	●	●	●		●	●		64,5	●		●	●	●		●	64,5
<i>Kirchneriella irregularis</i> (G. M. Smith) Korshikov		●		●	●			21,4			●		●	●	●	28,6
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West & G. S. West) Schmidle															●	6
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák			●					6		●	●					14,3
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová									●	●	●	●	●	●	●	85,7
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová		●			●			7,1								
<i>Quadrigula closterioides</i> (Bohl) Printz	●			●				7,1	●		●		●		●	21,4
Oocystaceae																
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille		●			●	●		25	●		●		●		●	10,1
<i>Lagerheimia chodatii</i> Bernard		●	●	●	●	●		59,5	●	●	●	●		●	●	59,5
<i>Lagerheimia marssonii</i> Lemmermann	●	●	●	●				38,1	●		●				●	21,4
<i>Nephrocystium agardhianum</i> Nägeli	●			●				7,1								
<i>Oocystis borgei</i> Snow					●			10,7			●				●	10,7
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	●	●	●	●	●	●	●	100	●	●	●	●	●	●	●	100
<i>Oocystis solitaria</i> Wittrock	●	●	●					25	●	●	●	●	●	●	●	85,7
<i>Oocystis</i> sp.											●				●	10,7
Coelastraceae																
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim										●	●	●			●	64,5
<i>Coelastrum microporum</i> var. <i>sphaericum</i> Nägeli				●				10,7	●	●	●	●	●		●	64,3
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov				●	●			7,1	●		●	●	●		●	71,4
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn	●							6	●	●	●	●			●	64,3
<i>Coelastrum</i> sp (Kammerer) Komárek	●	●				●		25								
Chlorococcaceae																
<i>Pseudostaurastrum gracile</i> (Reinch) Chodat ex. Bourrelly									●					●	●	21,4
<i>Pseudostaurastrum hastatum</i> (Reinsch) Chodat		●			●			21,4			●		●	●	●	57,1
<i>Pseudostaurastrum lobulatum</i> (Pascher) Fott				●				7,1	●		●	●		●		57,1
<i>Tetraëdron arthrodesmiforme</i> f. <i>typicum</i> (West) Woloszyńska									1					1	1	9,5

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou								Lac Buyo								
	TAXONS	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Tetraëdron arthrodesmiforme</i> G.S. West		•										•					3,6
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	•	•				•	•		25								
<i>Tetraëdron enorme</i> var. <i>pentaedricum</i>		•							6								
<i>Tetraëdron hemisphaericum</i> Skuja	•	•				•			17,9								
<i>Tetraëdron incus</i> (Teiling) G. M. Smith					•	•	•		25								
<i>Tetraëdron minimum</i> (Brébisson) Hansgirg	•	•	•	•	•	•	•	•	100			•	•	•	•	•	71,4
<i>Tetraëdron minimum</i> f. <i>apiculatum</i> (Reinsch) De Tony						•			10,1					•			3,6
<i>Tetraëdron proteiforme</i> (W. B. Turner) Brunthalder					•	•	•		21,4								
<i>Tetraëdron regulare</i> Kützing	•						•		7,1							•	7,1
<i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov	•					•	•		35,7								
<i>Tetraëdron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	•	•	•	•	•	•			64,5	•		•		•	•	•	59,5
<i>Tetraëdron trilobulatum</i> (Reinsch) Hansgirg	•	•		•					21,4								
Radiococcaceae																	
<i>Coenocystis quadriguloides</i> Fott	•	•		•	•				28,6								
Scenedesmaceae																	
<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i> (G. M. Smith) E. Hegewald & M. Wolf	•	•	•	•	•	•	•	•	100								
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	•		•		•				25							•	10,7
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	71,4
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze		•		•	•	•			59,5	•	•		•	•	•		59,5
<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemmermann) Komárek								•	9,5								
<i>Desmodesmus regularis</i> (Swirenko) Hegewald & Vanormelinger	•	•	•	•	•	•	•		100			•					7,1
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun	•	•		•					28,6						•		7,1
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> Bohlin	•			•					14,3	•	•	•			•	•	64,3
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) S. S. An, T. Friedl & E. Hegewald		•					•		21,4		•			•			23,8
<i>Desmodesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	•	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Desmodesmus magnus</i> (Meyen) P. Tsarenko	•	•	•	•	•	•	•		64,3	•	•				•	•	47,6
<i>Desmodesmus microspina</i> (Chodat) P. Tsarenko							•		3,6								
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	•	•	•			•			64,3	•	•	•			•	•	64,3
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>javanensis</i> Uherkovich	•				•				19,1					•			7,1
<i>Scenedesmus acutiformis</i> Schröder			•	•					26,2	•		•	•			•	42,9

Tableau IX (Suite) TAXONS	Lac Dohou								FD %	Lac Buyo							FG %
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	G1		G2	G3	G4	G5	G6	G7		
<i>Scenedesmus bernadii</i> Chodat		•							7,1			•				•	23,8
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansgirg) Chodat		•	•		•	•			64,3	•			•	•	•	•	64,3
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing			•					•	19,1				•				5,9
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott & Komárek	•	•	•	•	•	•	•		100	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	•	•			•				32,1			•					10,7
<i>Scenedesmus indicus</i> Philipose ex Hegewald	•	•		•	•				33,3								
<i>Scenedesmus naegelii</i> Brebisson	•	•	•	•	•	•			64,3	•	•	•			•	•	64,3
<i>Scenedesmus oahuensis</i> f. <i>longiclathratus</i> Tell	•								5,9								
<i>Scenedesmus opoliensis</i> Richt										•		•	•	•	•	•	64,3
<i>Scenedesmus semipulcher</i> Hortobágyi					•				4,8								
<i>Scenedesmus smithii</i> Chodat	•				•				19,1								
<i>Schroederia nitzschoides</i> (G. S. West) Korshikov							•		4,8								
<i>Tetralantos lagerheimii</i> Teiling					•	•			21,4	•		•	•	•			42,9
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair		•			•				21,4			•	•			•	21,4
<i>Tetrastrum heterocanthum</i> (Nordstedt) Chodat	•		•						7,1								
<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek		•			•				23,8								
<i>Westella botryoides</i> (W. West) De Wild												•	•	•			21,4
ZYGNEMATOPHYCEAE																	
ZYGNEMATATALES																	
Desmidiaceae																	
<i>Arthrodesmus convergens</i> (Ehrenberg) ex Ralfs										•		•	•	•	•	•	35,7
<i>Arthrodesmus curvatus</i> (Turner) Coesel & Van Geest	•			•					19,1	•						•	14,3
<i>Bourrellyodesmus heimii</i> (Bourrelly)	•	•							7,1								
<i>Cladophora</i> sp (Linnaeus) Kützing	•	•					•		14,3	•					•		7,1
<i>Closterium archerianum</i> Cleve ex P. Lundell		•				•			4,8								
<i>Closterium cynthia</i> De Notaris		•	•						19								
<i>Closterium diana</i> var. <i>minus</i> Ehrenberg	•	•	•			•			38,1		•	•	•				32,1
<i>Closterium lunula</i> var. <i>maxima</i> O. Borge		•	•						7,1							•	7,1
<i>Closterium pseudolunula</i> O. Borge		•		•	•				32,1	•		•	•		•		35,7
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	•	•	•	•	•	•	•		85,7	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Closterium incurvum</i> Brébisson			•				•		7,1								
<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson											•						5,9

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Closterium kuetzingii</i> var. <i>vittatum</i> Nordstedt	•						•	7,1		•	•				•	42,9
<i>Closterium lineatum</i> Ehrenberg		•		•	•		•	38,1						•		7,1
<i>Closterium parvulum</i> var. <i>maius</i> (Schmidle) Willi Krieger							•	7,1								
<i>Closterium nordstedtii</i> Chodat	•						•	19,1								
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg ex Ralfs							•	7,1								
<i>Closterium lanceolatum</i> Kützing ex Ralfs		•			•			19,1								
<i>Closterium pronum</i> Brébisson				•				9,5				•			•	9,5
<i>Closterium baillyanum</i> Brébisson ex Ralfs			•			•		10,7								
<i>Cosmarium spinuliferum</i> (Brébisson) ex Ralfs		•		•	•	•		52,4				•	•	•		18,6
<i>Cosmarium connatum</i> var. <i>minus</i> Wolle	•							5,9								
<i>Cosmarium contractum</i> Kirchner	•	•	•	•	•	•	•	83,3	•		•				•	8,3
<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) Lundell	•						•	7,1		•	•			•		21,1
<i>Cosmarium depressum</i> var. <i>achondrum</i> (Boldt) West & West				•				7,1							•	7,1
<i>Cosmarium granatum</i> var. <i>concavum</i> Lagerheim	•	•						11,9			•	•		•		28,6
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs									•		•		•			21,4
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst														•		7,1
<i>Cosmarium lundelii</i> Delp			•					5,9								
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lundell) Roy & Bisset				•	•			7,1			•					7,1
<i>Cosmarium moniliforme</i> (Turpin) Ralfs		•	•					19,1	•	•	•		•		•	42,9
<i>Cosmarium obsoletum</i> (Hantzsch) Reinsch									•		•		•			9,5
<i>Cosmarium pachydermum</i> var. <i>minus</i> Nordstedt	•				•			7,1								
<i>Cosmarium portianum</i> W. Archer					•			5,9								
<i>Cosmarium pseudophaseolus</i> Bruhl & Bisw	•							7,1		•						7,1
<i>Cosmarium pseudoretusum</i> F. Ducellier			•					7,1								
<i>Cosmarium pyramidatum</i> Brébisson ex Ralfs					•			7,1								
<i>Cosmarium quadrum</i> Lundell	•					•		7,1							•	7,1
<i>Cosmarium quadrum</i> var. <i>sublatum</i> (Nordstedt) West & G. S. West			•		•			19,1								
<i>Cosmarium subauriculatum</i> (C. Bernard) Bourrelly	•							5,9								
<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	•		•	•		•		35,7			•				•	14,3
<i>Cosmarium venustum</i> (Brébisson) Archer				1	1			7,1					•			7,1

Tableau IX (Suite) TAXONS	Lac Dohou							Lac Buyo								
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Cosmarium vexatum</i> West	•	•		•	•	•		71,4	•			•				9,5
<i>Cosmarium</i> sp.1		•	•				•	21,4			•	•		•		42,9
<i>Cosmarium</i> sp.2					•			5,9								
<i>Desmidium aptogonum</i> Brébisson ex Kützing	•	•		•				21,4			•				•	11,9
<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordstedt	•	•						10,7		•					•	10,7
<i>Euastrum attenuatum</i> var. <i>splendens</i> (F. E. Fritsch et F. Rich) Grönblad & A. M. Scott									•	•		•		•		42,9
<i>Euastrum bidentulum</i> var. <i>bidentatum</i> Naegeli.									•		•		•	•		42,9
<i>Euastrum binale</i> Ehrenberg ex Ralfs	•	•	•	•	•	•	•	100								
<i>Euastrum denticulatum</i> var. <i>rectangulare</i> West & G. S. West		•		•		•		35,7			•	•		•		42,9
<i>Euastrum denticulatum</i> var. <i>quadrifarium</i> Willi Krieger			•					7,1			•		•			12,6
<i>Euastrum elegans</i> Ralfs	•			•				7,1	•				•			7,1
<i>Euastrum evolutum</i> var. <i>evolutum</i> (Nordstedt) West & G. S. West	•				•			7,1							•	7,1
<i>Euastrum evolutum</i> var. <i>glaziovii</i> (Børgesen) West & G. S. West									•	•	•	•	•	•	•	42,9
<i>Euastrum germanicum</i> (Schmidle) W. Krieger									•		•		•		•	42,9
<i>Euastrum ivoirensis</i> P. Bourrelly	•							5,9	•		•			•		42,9
<i>Euastrum platycerum</i> Grönblad & A. M. Scott	•		•		•			10,7								
<i>Euastrum praemorsum</i> (Nordstedt) Schmidle	•							5,9								
<i>Euastrum spyroides</i> (Nordstedt)												•				7,1
<i>Euastrum truncatiforme</i> G. S. West	•	•					•	25								
<i>Euastrum</i> sp.									•		•					14,3
<i>Hyaloraphydium</i> sp.	•		•					10,7								
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Brébisson ex Ralfs	•	•	•	•	•	•	•	50				•				7,1
<i>Micrasterias ceylanica</i> Fritsch	•		•	•				17,9								
<i>Micrasterias radians</i> var. <i>brasiliensis</i> (Grönblad) W. Krieger ex Coesel & Geest			•	•				7,1								
<i>Micrasterias tropica</i> Nordstedt				•	•			7,1								
<i>Mougeotia</i> sp.	•			•	•			38,1							1	11,9
<i>Octacanthium mucronulatum</i> (Nordstedt)			•			•		7,1								
<i>Phymatodocis irregulare</i> Schmidle	•							7,1								
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> var. <i>undulatum</i> (De Bary)	•							4,8	•							7,1

Tableau IX (Suite) TAXONS	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Pleurotaenium trabecula</i> (Ehrenberg) Naegeli.	•							4,8								
<i>Sphaerososma excavatum</i> Ralfs ex Ralfs	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Sphaerososma filiformis</i> (Ehrenberg) Bourrelly	•	•						14,3			•			•		14,3
<i>Sphaerososma granulata</i> J. Roy & Bisset	•	•	•				•	42,9				•		•		14,3
<i>Spondylosium</i> sp.	•	•		•	•	•		47,6			•			•		14,3
<i>Staurastrum ambiguum</i>	•	•			•			14,3								
<i>Staurastrum anatinum</i> Cooke & Wills	•	•		•				21,4								
<i>Staurastrum arctiscon</i> Ehrenberg ex Ralfs	•		•		•			32,1								
<i>Staurastrum boreale</i> var. <i>quadriradiatum</i>				•				11,9				•				11,9
<i>Staurastrum brachioprominens</i> var. <i>archerianum</i>		•	•	•	•	•		35,7								
<i>Staurastrum caledonense</i> Huber-Pestalozzi									•		•				•	28,6
<i>Staurastrum chaetoceras</i> (Schroder) G. M. Smith	•	•	•	•	•	•	•	64,3		•	•	•	•	•	•	47,6
<i>Staurastrum circulus</i> Grönblad				•	•	•		7,1			•					7,1
<i>Staurastrum excavatum</i> West & G. S. West	•	•	•	•	•	•	•	100	•		•		•	•	•	41,7
<i>Staurastrum forficulatum</i> var. <i>minus</i> (F. E. Fritsch & M. R. Rich) Grönblad & A. M. Scott	•	•	•	•	•	•		57,1	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Staurastrum fuellebornii</i> var. <i>bangweuluensis</i> Schmidle	•															
<i>Staurastrum furcatum</i> Brébisson		•	•	•	•	•		57,1		•	•		•		•	42,9
<i>Staurastrum ginzbergeri</i> Grönblad	•	•	•	•	•	•		64,3	•					•		14,3
<i>Staurastrum gracile</i> Ralf ex Ralf	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Staurastrum gracile</i> var. <i>coronulatum</i> Boldt	•	•	•	•	•	•	•	100		•	•		•	•	•	41,7
<i>Staurastrum gracile</i> var. <i>elongatum</i> Scott & Prescott	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Staurastrum laeve</i> Ralfs	•							6								
<i>Staurastrum leptocladum</i> Wille	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	71,4
<i>Staurastrum margaritaceum</i> Meneghini ex Ralfs	•				•			14,3								
<i>Staurastrum margaritaceum</i> var. <i>gracilius</i> Scott & Grönblad		•						7,1								
<i>Staurastrum pelagicum</i> West & G. S. West	•	•	•	•	•	•		57,1								
<i>Staurastrum pentasterias</i> Grönblad			•					11,9				•				11,9
<i>Staurastrum pingue</i> Teiling	•	•	•					21,4		•	•	•	•	•	•	42,9
<i>Staurastrum polymorphum</i> Brébisson	•					•		19								
<i>Staurastrum polymorphum</i> var. <i>cinctum</i> Messikommer	•	•	•	•	•	•	•	57,1								

Tableau IX (Suite) TAXONS	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Staurastrum pseudotetracerum</i> (Nordstedt) West & G. S. West	•	•	•	•	•	•	•	100	•				•	•		35,7
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt	•	•	•	•	•		•	66,7								
<i>Staurastrum setigerum</i> var. <i>occidentalis</i> West & G. S. West		•	•		•			28,6					•	•		21,4
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve	•	•	•	•	•	•	•	64,3			•		•	•	•	28,6
<i>Staurastrum</i> sp. 1							•	7,1								
<i>Staurastrum</i> sp.2	•	•	•	•	•			47,6								
<i>Staurastrum subarcuatum</i> Wolle											•				•	23,8
<i>Staurastrum tohopekaligense</i> var. <i>trifurcatum</i> West & G. S. West	•				•			19								
<i>Staurastrum unicorne</i> Turner				•				7,1					•			7,1
<i>Staurastrum volans</i> West & G.S. West	•	•	•	•	•	•	•	71,4	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Staurodesmus brebissonii</i> W. Acher										•						7,1
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling	•	•	•	•	•	•		57,1	•	•	•		•	•	•	57,1
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Brébisson ex Ralfs) Teiling									•	•	•		•	•		47,6
<i>Staurodesmus mucronatus</i> var. <i>subtriangularis</i> (West & G. S. West) Croasdale	•	•		•			•	57,1					•			7,1
<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerheim) Teiling	•	•		•			•	57,1	•	•	•		•	•	•	57,1
<i>Teilingia granulata</i> (J. Roy & Bisset) Bourrelly	•	•		•	•			42,9		•	•	•				7,1
<i>Triploceras gracile</i> Bailey											•				•	10,7
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Brebisson) Kuetzing		•			•			19								
<i>Xanthidium hastiferum</i> W. B. Turner	•				•			19								
<i>Xanthidium</i> sp.	•					•		10,7								
Zygnemataceae																
<i>Spirogyra</i> sp.	•			•				10,7	•				•			10,7
<i>Zygnema amosum</i> Ahmad & Goldstein															•	3,6
Mesotaeniaceae																
<i>Mesotaenium macrococcum</i> (Kützing ex Kützing) Roy & Bisset		•	•	•		•	•	35,7							•	3,6
<i>Netrium pseudactinotaenium</i> Coesel										•				•		10,7
Peniaceae																
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary	•				•			14,3								

VOLVOCALES

Tableau IX (Suite)	Lac Dohou								Lac Buyo								
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %	
Volvaceae																	
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg										•	•	•	•	•		•	85,7
<i>Eudorina unicocca</i> Smith										•	•	•	•	•		•	85,7
<i>Pandorina morum</i> Bory	•							3,6		•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Volvox aureus</i> Ehrenberg										•		•	•			•	14,3
<i>Volvox carteri</i> Stein										•	•		•			•	14,3
OEDOGONIOPHYCEAE																	
OEDOGONIALE																	
Oedogoniaceae																	
<i>Bulbochaete</i> sp.											•					•	2,4
<i>Oedogonium</i> sp.	•	•			•		•	35,7		•			•				23,8
PYRRHOPHYTA																	
DINOPHYCEAE																	
GYMNODINIALES																	
Gymnodiniaceae																	
<i>Gymnodinium uberrimum</i> (G. J. Allman) Kofoid & Swezy	•	•	•					21,4		•		•		•			28,6
<i>Karenia</i> sp.								23,8	•		•		•			•	28,6
PERIDINIALES																	
Peridiniaceae																	
<i>Peridinium cinctum</i> (Müller) Ehrenberg	•	•	•	•	•	•	•	85,7	•	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemmermann									•	•	•	•	•	•	•	•	42,9
Sphaerodiniaceae																	
<i>Sphaerodinium fimbriatum</i> R. H. Tompson									•	•	•	•	•	•	•	•	57,1
<i>Sphaerodinium</i> sp.	•							3,6				•					7,1
CRYPTOPHYCEAE																	
CRYPTOMONADALES																	
Cryptomonadaceae																	
<i>Cryptomonas</i> sp.							•	7,1		•							2,4
BACILLARIOPHYTA																	
COSCINODISCOPHYCEAE																	
CHAETOCEROTALES																	
Acanthocerataceae																	

Tableau IX (Suite) TAXONS	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Acanthoceras zachariasii</i> (Brun) Simonsen	•			•	•	•		28,6			•		•			23,8
AULACOSEIRALES																
Aulacoseiraceae																
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>japonica</i> Tuji & Williams	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
THALASSIOSIRALES																
Thalassiosiraceae																
<i>Cyclotella</i> sp.									•				•			7,1
FRAGILARIOPHYCEAE																
FRAGILARIALES																
Fragilariaceae																
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton													•		•	14,3
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	•			•				19	•	•	•	•	•	•	•	85,7
EUNOTIALES																
Eunotiaceae																
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt	•	•	•	•	•			32,1		•	•		•			32,1
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills													•			5,9
<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson ex Kützing) Kützing	•	•		•	•			28,6								
<i>Eunotia incisa</i> Smith & Gregory	•		•					14,3		•		•				14,3
<i>Actinella brasiliense</i> Grunow				•				5,9							•	5,9
<i>Eunotia monodon</i> var. <i>bidens</i> (Ehrenberg) Hustedt					•			5,9			•					5,9
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Grunow			•		•		•	28,6	•	•	•				•	47,6
<i>Eunotia rabenhorstiana</i> (Grunow) Hustedt	•	•	•	•	•	•	•	100								
<i>Eunotia</i> sp.		•					•	14,3								
ACHNANTHALES																
Achnanthaceae																
<i>Achnanthes</i> sp.	•	•	•	•	•	•	•	33,3				•	•	•		32,1
CYMBELLALES																
Cymbellaceae																

Tableau IX (Suite) TAXONS	Lac Dohou							FD %	Lac Buyo							FG %
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	
<i>Encyonema</i> sp.			•	•	•			28,6	•	•	•	•	•	•	•	85,7
Gomphonemataceae																
<i>Gomphonema affine</i> Kützing			•	•	•		•	28,6				•			•	14,3
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot						•		5,9							•	5,9
<i>Gomphonema</i> sp.				•				5,9								
NAVICULALES																
Pleurosigmataceae																
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer	•							5,9								
<i>Gyrosigma spenceri</i> (Quekett) Griffith & Henfrey		•						5,9	•	•	•	•	•		•	85,7
Pinnulariaceae																
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> Smith	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Pinnularia divergens</i> var. <i>malayensis</i> Hustedt	•				•			14,3	•		•		•		•	6,6
<i>Pinnularia nodosa</i> (Ehrenberg) W. Smith				•	•			5,9					•			5,9
<i>Pinnularia neomajor</i> Krammer.		•		•		•		28,7			•	•				7,1
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg			•	•		•		28,7			•		•			5,9
<i>Pinnularia</i> sp. 1	•			•				7,1	•	•						7,1
<i>Pinnularia</i> sp. 2	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Pinnularia</i> sp. 3		•						5,9	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Pinnularia</i> sp. 4					•			8,3	•	•	•	•	•	•	•	42,9
Naviculaceae																
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann	•	•				•		32,1					•			5,9
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing		•			•		•	32,1	•				•	•	•	38,1
<i>Sellaphora pulpula</i> (Kützing) Mereschkovsky	•			•				21,4	•		•	•	•	•	•	57,1
Neidiumaceae																
<i>Neidium</i> sp. 1										•		•		•		17,9
<i>Neidium</i> sp. 2									•				•			5,9
Caloneidaceae																
<i>Caloneis</i> cf. <i>aemula</i> var. <i>ventricosa</i> Schulz													•			5,85
<i>Caloneis</i> sp.													•			5,85
Stauroneidaceae																
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg									•	•		•	•	•		47,6

Tableau IX (Suite)

TAXONS	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg			•					7,1			•				•	7,1
BACILLARIALES																
Bacillariaceae																
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow										•				•		7,1
<i>Nitzschia nana</i> Grunow							•	7,1								
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	•	•	•	•	•			35,7	•	•	•		•		•	85,7
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	•						•	17,9				•				2,4
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch		•	•	•	•		•	47,6	•	•	•		•	•	•	85,7
SURIRELLALES																
Surirellaceae																
<i>Iconella tchadensis</i> (Compère) C. Cocquyt & R. Jahn				•			•	9,5	•	•	•	•	•		•	85,7
<i>Stenopteroberia intermedia</i> (F. W. Lewis) Van Heurck ex Hanna	•	•	•	•	•	•	•	66,7	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Surirella constricta</i> Ehrenberg										•		•			•	17,9
<i>Surirella</i> sp.										•				•		7,1
CHRY SOPHYTA																
CHRY SOPHYCAEA																
CHROMULINALES																
Dinobryaceae																
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg.	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	85,7
<i>Synura curtispina</i> (J. B. Petersen & J. B. Hansen) Asmund							•	3,6								
XANTHOPHYTA																
XANTHOPHYCEAE																
MISCHOCOCCALES																
Centrtractaceae																
<i>Centrtractus belonophorus</i> (Schmidle) Lemmermann	•	•	•	•	•	•	•	100	•	•	•	•	•	•	•	100
<i>Heterococcus fuormensis</i>									•	•	•	•	•	•	•	41,7
<i>Xanthonema</i> sp.															•	2,4
Ophiocytiaceae																
<i>Ophiocytiium capitatum</i> Wolle	•		•	•	•		•	47,6		•			•			14,3
<i>Ophiocytiium cochleare</i> (Eichwald) Braun	•							11,9				•			•	14,3
Pleurochloridaceae																

Tableau IX (Suite)

TAXONS	Lac Dohou								Lac Buyo							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	FD %	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	FG %
<i>Isthmochloron</i> sp.											•				•	2,4
<i>Tetraedriella gigas</i> (Pascher) Smith	•			•	•	•		38,1			•					5,9
<i>Tetraplektron torsum</i> Turner	•		•				•	32,1	•		•	•			•	64,3
Total de taxons par station	243	193	154	178	209	152	113		179	153	208	159	189	169	209	
Total de taxons par lac	373								340							
Total de la composition taxinomique	450															

Tableau X : Proportions des différents embranchements phytoplanctoniques des lacs étudiés.

Embranchements	Richesse spécifique	Proportion (%)
Cyanobacteria	54	12
Euglenophyta	92	20,5
Chlorophyta	234	52
Bacillariophyta	52	12,5
Autres	17	4
Total des taxons	449	100

3.2.1.2. Richesse taxinomique du lac Dohou

Les 372 taxons (espèces et variétés) répertoriés dans le lac Dohou sont répartis en 104 genres, 52 familles, 23 ordres, 11 classes et 7 embranchements (Tableau IX). Les embranchements sont par ordre décroissant de la richesse taxinomique : les Chlorophyta avec 189 taxons (51 %), les Euglenophyta avec 84 taxons (23 %), les Cyanobacteria représentés par 46 taxons (12 %), les Bacillariophyta ou diatomées avec 41 taxons (11 %), les autres embranchements (Pyrrhophyta, Chrysophyta et Xanthophyta) représentés par 12 taxons (3 %) (Tableau XI). Les Chlorophyta, suivi des Euglenophyta sont les plus représentés avec près de 3/4 des taxons. La répartition du nombre de taxon par station (Tableau IX), a permis de relever 243 taxons à la station D1, 209 taxons à station D5, 193 taxons à la station D2, 178 taxons à station D4, 153 taxons à la station D3, 151 taxons à la station D6 et 114 taxons à la station D7. Au niveau de ces embranchements, les Chlorophyta et les Euglenophyta ont prédominé le peuplement phytoplanctonique dans toutes les stations (Figure 26).

Les proportions de Chlorophyta ont varié de 33 % (station D7) à 52 % (station D6 et D2) et les genres les plus rencontrés en moyenne par station sont les *Staurastrum* (21 taxons par station), *Scenedesmus* (8 taxons par station), et les *Cosmarium* (7 taxons par station). Concernant les Euglenophyta, les proportions allaient de 18 % (station D6) à 36 % (station D7) et le genre *Trachelomonas* est le plus observé avec en moyenne 21 taxons par station.

Dans le lac Dohou, un total de 90 taxons constants a été recensé contre 85 taxons accessoires et 197 taxons accidentels (Tableau XII).

Tableau XI : Contributions des embranchements dans la composition taxinomique du peuplement phytoplanctonique du lac Dohou.

Embranchements	Richesse spécifique	Proportion (%)
Cyanobacteria	46	12
Euglenophyta	84	23
Chlorophyta	189	51
Bacillariophyta	41	11
Autres	12	3
Total des taxons	372	100

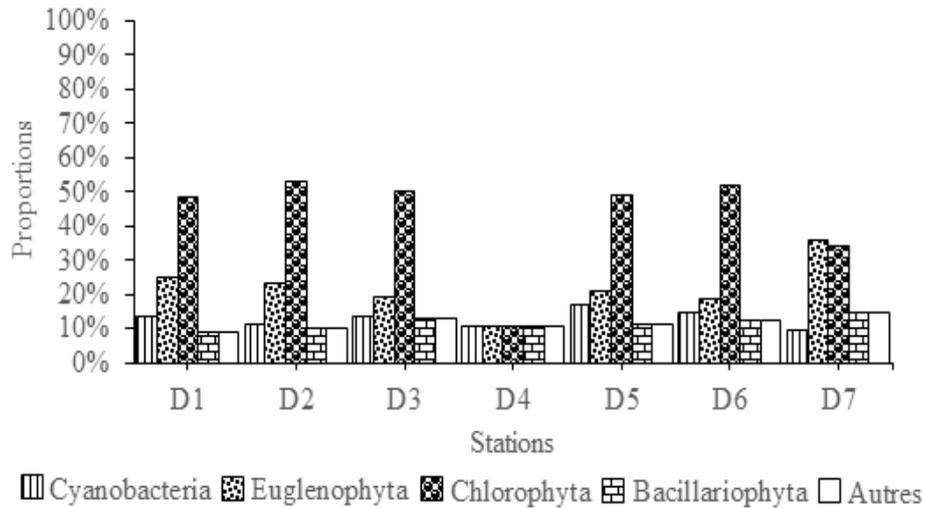


Figure 27 : Proportions des embranchements phytoplanctoniques par station dans le lac Dohou.

Tableau XII : Répartition des taxons du lac Dohou selon leur occurrence.

Lac	N	Taxons constants	Taxons accessoires	Taxons accidentels
Lac Dohou	372	90	85	197

N : nombre total de taxons inventoriés

3.2.1.3. Richesse taxinomique du lac Buyo

Dans le lac Buyo, les 339 taxons (espèces et variétés) répertoriés ont été répartis en 114 genres, 53 familles, 25 ordres, 11 classes et 7 embranchements (Tableau IX). Les embranchements, par ordre de prédominance sont, les Chlorophyta avec 164 taxons (48 %), les Euglenophyta avec 64 taxons (18,8 %), les Cyanobacteria représentés par 50 taxons (14,7 %), les Bacillariophyta ou diatomées avec 45 taxons (13,8 %), les autres embranchements (Pyrrhophyta, Chrysophyta et Xanthophyta) représentés par 16 taxons (4,7 %) (Tableau XIII). Les Chlorophyta et les Euglenophyta sont apparus les embranchements plus représentés avec près de 3/4 des taxons. La répartition du nombre de taxon par station (Tableau IX) a permis de noter 209 taxons à la station G7, 208 taxons à la station G3, 189 taxons à la station G5, 179 taxons à la station G1, 169 taxons à la station G6, 159 taxons à la station G4 et 153 taxons à la station G2. Les proportions des embranchements au niveau des stations ont montré une tendance similaire avec les plus fortes proportions des Chlorophyta et des Euglenophyta dans toutes les stations (Figure 27).

Les proportions de Chlorophyta ont varié de 37 % (station G4) à 49 % (station G3) et celles des Euglenophyta sont comprises entre 15 % (station G3) et 26 % (station G1). Les genres les plus rencontrés en moyenne par station au niveau des Chlorophyta étaient les *Staurastrums* (12

taxons par station) et les *Scenedesmus* (7 taxons par station). Pour les Euglenophyta, le genre *Trachelomonas* a été le plus représenté avec en moyenne 14 taxons par station.

Au niveau du lac Buyo, 67 taxons constants, 104 taxons accessoires et 168 taxons accidentels ont été rencontrés dans la communauté phytoplanctonique de ce hydrosystème (Tableau XIV).

Tableau XIII : Contributions des embranchements dans la composition taxinomique du peuplement phytoplanctonique du lac Buyo.

Embranchements	Richesse spécifique	Proportion (%)
Cyanobacteria	50	14,7
Euglenophyta	64	18,8
Chlorophyta	163	48
Bacillariophyta	45	13,8
Autres	16	4,7
Total des taxons	339	100

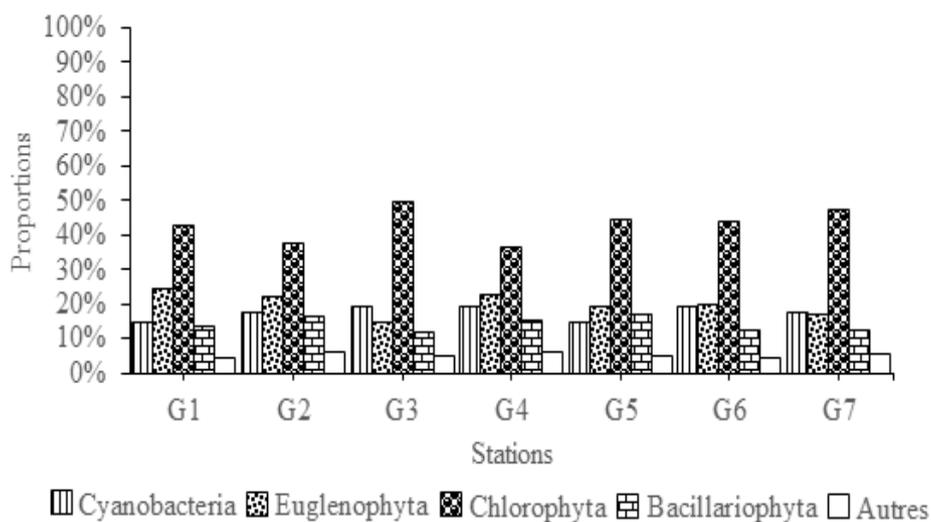


Figure 28 : Proportions des embranchements phytoplanctoniques par station dans le lac Buyo.

Tableau XIV : Répartition des taxons du lac Buyo selon leur occurrence.

Lac	N	Taxons constants	Taxons accessoires	Taxons accidents
Lac Buyo	339	104	67	168

N : nombre total de taxons inventoriés.

3.2.3. Discussion

L'inventaire de la flore algale dans l'ensemble des deux lacs a montré une richesse taxinomique élevée au niveau de la zone d'étude avec un total de 449 taxons recensés. Ce résultat pourrait être dû au régime lentique de ces milieux qui favoriserait les cycles complets de reproduction et de développement des algues. Selon González & Descamps-Julien (2004), la forte richesse taxinomique témoignerait d'une plus grande stabilité dans le fonctionnement de l'écosystème face aux perturbations environnementales. Cette richesse taxinomique élevée au niveau des deux lacs en relation avec la stabilité des eaux a été constatée par Ouattara (2000) sur le lac d'Ayamé et Adon *et al.* (2014) sur la retenue d'eau d'Adzopé en Côte d'Ivoire.

Concernant le nombre de taxons recensés par lac, 372 taxons ont été recensés dans le lac Dohou contre 349 taxons dans le lac Buyo. Cette différence de la richesse en nombre de taxon pourrait se justifier d'une part, par la différence de morphologie et l'hydrologie des deux lacs, et d'autres part, par leur mode d'occupation. En effet, selon la morphologie et l'hydrologie du lac Buyo, caractérisé par une surface plus grande (600 km²) que celle du lac Dohou (1 km²), est dépendant des apports du Sassandra et ses affluents. En outre, de par leur mode d'occupation, plusieurs activités anthropiques (cultures maraichères, habitations, carrière artisanale de gravier et fermes de poulet) sont menées aux alentours du lac Dohou par rapport au lac Buyo dont les alentours sont dominés par l'agriculture.

Au niveau des stations d'échantillonnage, dans le lac Dohou, la station D1 située au déversoir lieu de pompage de l'eau par la SODECI, a présenté une richesse taxinomique plus élevée (243 taxons). La richesse taxinomique élevée à la station D1 serait liée à sa proximité de la digue zone de captage, lieu où s'accumulerait tous les taxons rencontrés dans le plan d'eau. Au niveau du lac Buyo, les plus fortes richesses spécifiques sont observées aux stations G3 (208 taxons) et G7 (209 taxons). Le nombre élevé de taxon dans ces stations serait lié à leur proximité des berges. En effet, lors de l'étiage, ces endroits, sont utilisés pour l'agriculture et donc pendant la crue les eaux de ces terres sont chargées en nutriment et favoriseraient le développement du phytoplancton.

L'analyse de la composition de la communauté du phytoplancton permet de noter une similarité au niveau de la flore algale inventoriée dans les deux lacs. Cette ressemblance pourrait s'expliquer par le fait que les eaux des lacs ont des caractéristiques physicochimiques et environnementales proches. En effet, ces lacs sont situés dans la même région (Ouest de la Côte d'Ivoire), sous le même climat et appartiennent au même bassin hydrologique (Bassin du Sassandra). La composition de la communauté phytoplanctonique de chacun des lacs est caractérisée par des proportions élevées de Chlorophyta et d'Euglenophyta. La forte présence

des Chlorophyta et des Euglenophyta est généralement caractéristique des milieux riches en nutriments azotés et substances organiques. En outre, la prépondérance taxonomique de ces deux embranchements est généralement caractéristique des milieux lacustres. Ce constat a été fait par Adon (2013) sur la retenue d'eau d'Adzopé en Côte d'Ivoire. De plus, les faibles proportions des Chrysophyta et des Xanthophyta, embranchements caractéristiques des milieux oligotrophes justifient l'état eutrophe de nos milieux. En effet, selon Nicholls (1995), ces embranchements de phytoplancton se développent mieux dans les écosystèmes aquatiques oligotrophes.

La fréquence d'occurrence des taxons dans les différents prélèvements des lacs a montré que ceux-ci sont généralement accidentels avec néanmoins une proportion relativement élevée de taxons constants. Cette proportion de taxons constants serait due aux conditions des milieux qui leurs sont favorable et leur permettant de s'y développer.

L'analyse de la composition de la communauté du phytoplancton permet de noter une similarité au niveau de la flore algale inventoriée dans les deux lacs. Cette ressemblance pourrait s'expliquer par le fait que les eaux des lacs ont des caractéristiques physicochimiques et environnementales proches. En effet, ces lacs sont situés dans la même région (Ouest de la Côte d'Ivoire), sous le même climat et appartiennent au même bassin hydrologique (Bassin du Sassandra). La composition de la communauté phytoplanctonique de chacun des lacs est caractérisée par des proportions élevées de Chlorophyta et d'Euglenophyta. La forte présence des Chlorophyta et des Euglenophyta est généralement caractéristique des milieux riches en nutriments azotés et substances organiques. En outre, la prépondérance taxonomique de ces deux embranchements est généralement caractéristique des milieux lacustres. Ce constat a été fait par Adon (2013) sur la retenue d'eau d'Adzopé en Côte d'Ivoire. De plus, les faibles proportions des Chrysophyta et des Xanthophyta, embranchements caractéristiques des milieux oligotrophes justifient l'état eutrophe de nos milieux. En effet, selon Nicholls (1995), ces embranchements de phytoplancton se développent mieux dans les écosystèmes aquatiques oligotrophes.

La fréquence d'occurrence des taxons dans les différents prélèvements des lacs a montré que ceux-ci sont généralement accidentels avec néanmoins une proportion relativement élevée de taxons constants. Cette proportion de taxons constants serait due aux conditions des milieux qui leurs sont favorable et leur permettant de s'y développer.

3.3. Structure et déterminisme de la communauté du phytoplancton des lac Dohou et lac Buyo

3.3.1. Résultats

3.3.1.1. Structure de la communauté du phytoplancton

3.3.1.1.1. Densité du phytoplancton

3.3.1.1.1.1. Variations spatiales

Les variations de la densité phytoplanctonique au niveau des stations échantillonnées des lac Dohou et Buyo sont présentées par les figures 28, 29, 30 et 31. Dans le lac Dohou, les valeurs de la densité phytoplanctonique sont comprises entre $16,55 \cdot 10^6 \pm 13,25 \cdot 10^6$ Cells/L (station D7) et $38,98 \cdot 10^6 \pm 23,79 \cdot 10^6$ Cells/L (station D1) (Figure 28). Au niveau du lac Buyo, les valeurs de la densité phytoplanctonique varient de $48,68 \cdot 10^6 \pm 21,05 \cdot 10^6$ Cells/L (station G2) à $64,98 \cdot 10^6 \pm 28,21 \cdot 10^6$ Cells/L (station G7) (Figure 29). Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les stations d'un même lac (Anova, $p > 0,05$).

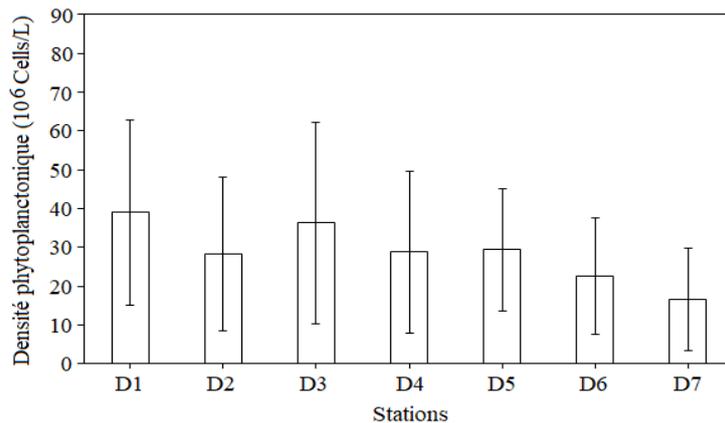


Figure 29 : Variations spatiales de la densité absolue phytoplanctonique du lac Dohou.

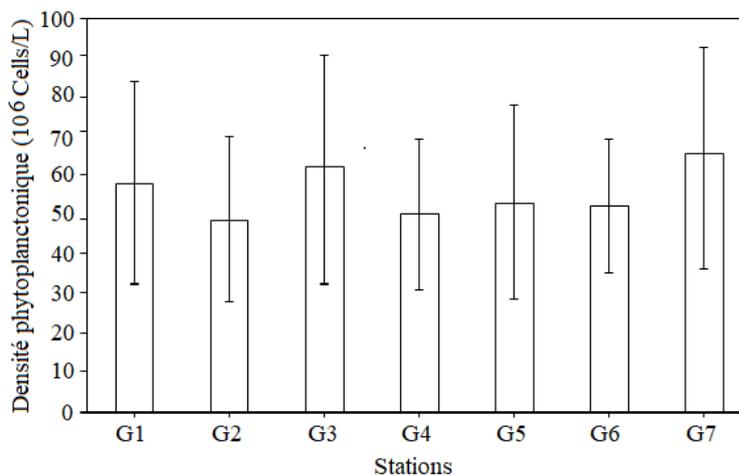


Figure 30 : Variations spatiales de la densité absolue phytoplanctonique du lac Buyo.

Dans l'ensemble des stations de chacun des lacs, les proportions des individus de Cyanobacteria et de Bacillariophyta sont dominantes. Ainsi, au niveau du lac Dohou (Figure 30), les densités relatives de ces embranchements ont oscillé respectivement de 35,42 % (station D7) à 64 % (station D4) et de 29,6 % (station D4) à 51,91% (station D3). Concernant le lac Buyo (Figure 31), les proportions de densités des deux embranchements ont varié respectivement de 49,3 % (station G3) à 67,7 % (station G7) et de 31,6 % (station G1) à 53,42% (station G6). Ces proportions sont suivies de celles des Euglenophyta au niveau de Dohou et des Chlorophyta dans le lac Buyo avec respectivement 10,47 % (station D7) et 26,5 % (station G7). La densité cumulée des individus des autres embranchements (Pyrrhophyta, Xanthophyta, Chrysophyta) n'a point dépassé 3 % aux différentes stations d'échantillonnage des deux lacs.

La contribution des taxons au sein de la communauté phytoplanctonique a permis de recenser un ensemble de 10 taxons dominants (contribution $\geq 3\%$ de la densité totale) dans le lac Dohou (Tableau XVI). Celles-ci sont réparties entre les Cyanobacteria (4 taxons), Bacillariophyta (3 taxons), Euglenophyta (2 taxons), et Chlorophyta (1 taxon). Ces espèces contribuent à 70 % de la densité totale du milieu. Ce sont *Aphanocapsa conferta*, *Microcystis aeruginosa*, *Planktolyngbya limnetica*, *Chroococcus minutus* pour les Cyanobacteria et *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *Aulacoseira granulata var angustissima* pour Bacillariophyta. Quant aux Euglenophyta, elles sont représentées par *Trachelomonas volvocina* et *Trachelomonas cylindrica*. Les Chlorophyta sont dominés par *Dictyophaerium pulchelum*. Au niveau du lac Buyo, 11 espèces ont été dominantes (contribution $\geq 3\%$ de la densité totale) et appartiennent aux Cyanobacteria (6 taxons) et Bacillariophyta (5 taxons) (Tableau XVI). Leur densité cumulée équivaut à 80% de la densité totale des espèces du milieu. Les taxons dominants appartenant aux Cyanobacteria sont *Microcystis aeruginosa*, *Planktolyngbya limnetica*, *Phormodium articulatum*, *Pseudanabaena limneticus*, *Synechococcus* sp., et *Merismopedia tenuissima*. Pour les Bacillariophyta, ce sont *Aulacoseira ambigua* et sa variété *japonica*, *Asterionella formosa* et *Aulacoseira granulata* et sa variété *angustissima*.

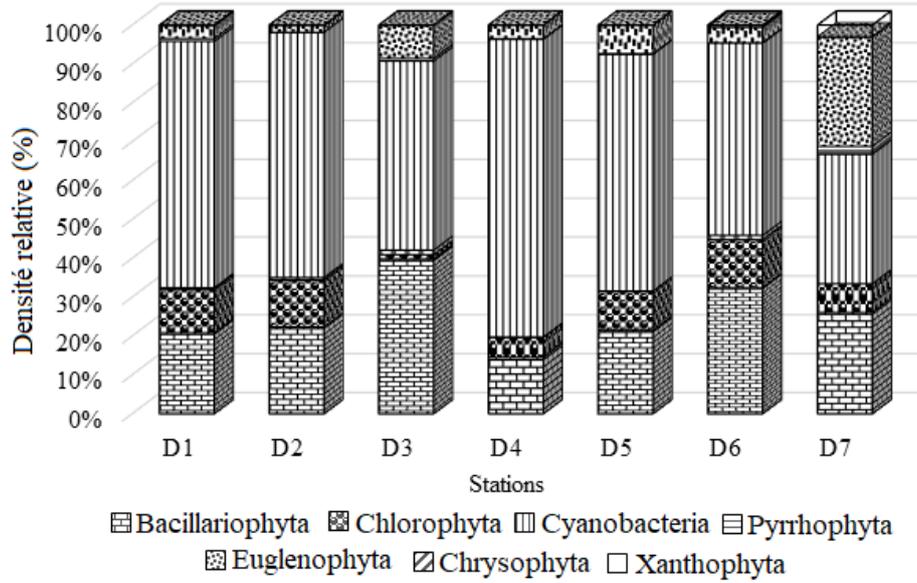


Figure 31: Variations spatiales de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanktonique du lac Dohou.

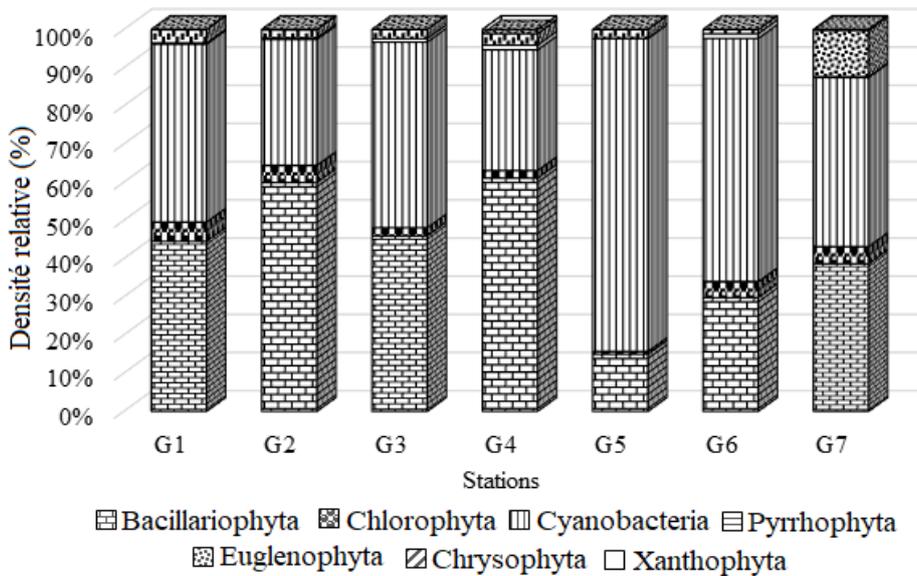


Figure 32 : Variations spatiales de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanktonique du lac Buyo.

Tableau XV : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par station du lac Dohou.

Taxons	Proportion de dominance (%)						
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Bacillariophyta (%)							
<i>Asterionella formosa</i>	6	4	24	2	1	36	6
<i>Aulacoseira ambigua</i>	6	3	3	1	2	4	3
Cyanobacteria (%)							
<i>Aphanocapsa conferta</i>	1	35	1	1	1	2	1
<i>Microcystis aeruginosa</i>	6	2	1	1	30	2	15
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	11	9	32	39	14	22	10
<i>Chroococcus minutus</i>	1	4	0	0	2	8	1
<i>Phormodium articulatum</i>	0	0	5	6	4	0	0
Euglenophyta (%)							
<i>Trachelomonas volvocina</i>	31	1	1	1	5	2	1
<i>Trachelomonas cylindrica</i>	10	1	1	1	4	1	7
Chlorophyta (%)							
<i>Dictyophaerium pulchelum</i>	8	5	1	1	1	1	27

Tableau XVI : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par station du lac Buyo.

Taxons	Proportion de dominance (%)						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Bacillariophyta (%)							
<i>Asterionella formosa</i>	3	1	3	4	1	1	1
<i>Aulacoseira ambigua</i>	5	7	11	7	3	5	5
<i>Aulacoseira ambigua</i> var. <i>japonica</i>	6	4	1	5	4	4	1
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	5	5	4	3	3	5	7
<i>Aulacoseira granulata</i>	3	4	3	10	5	7	11
Cyanobacteria (%)							
<i>Aphanocapsa conferta</i>	1	2	2	1	1	1	1
<i>Microcystis aeruginosa</i>	18	8	38	33	41	46	41
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	7	5	1	1	3	1	3
<i>Phormodium articulatum</i>	0	1	2	1	1	2	7
<i>Merismopedia tenuissima</i>	3	1	1	1	1	2	3
<i>Pseudanabaena limneticus</i>	1	31	2	1	2	1	6
<i>Synechococcus</i> sp.	4	3	4	0	2	0	1

3.3.1.1.2. Variations temporelles

Les variations temporelles de la densité moyennes du phytoplancton du lac Dohou et du lac Buyo sont présentées par la figure 32, 33, 34, 35 et le tableau XV. Pour le lac Dohou, les valeurs moyennes mensuelles de la densité phytoplanctonique ont varié de $14,31 \cdot 10^6 \pm 6,29 \cdot 10^6$ Cells/L en août à $45,97 \cdot 10^6 \pm 29,79 \cdot 10^6$ Cells/L en janvier (Figure 32). Au niveau du lac Buyo, ces valeurs moyennes ont oscillé entre $40,33 \cdot 10^6 \pm 10,8 \cdot 10^6$ Cells/L en mai et $78,40 \cdot 10^6 \pm 27,75 \cdot 10^6$ Cells/L en décembre (Figure 33). Une variation significative (test t, $p < 0,05$) de la densité phytoplanctonique est observée entre la saison sèche et la saison pluvieuse dans chacun des lacs (Tableau XV).

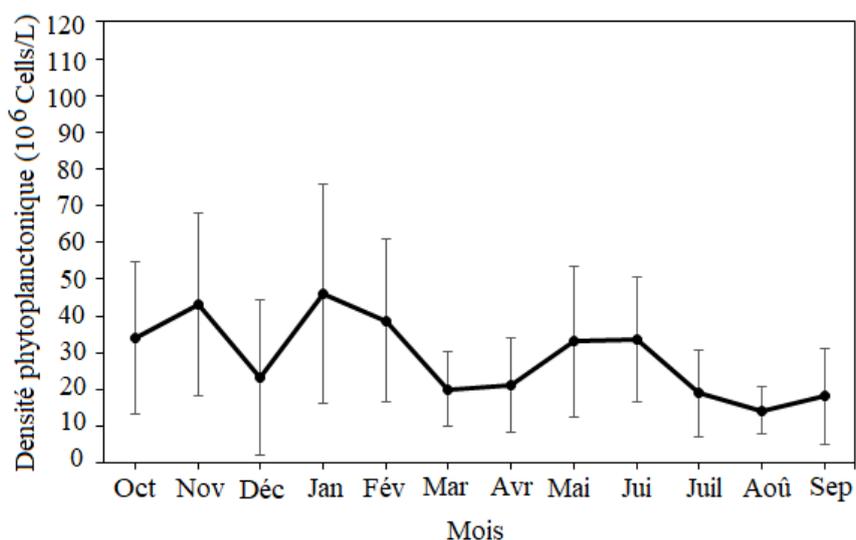


Figure 33 : Variations mensuelles de la densité phytoplanctonique du lac Dohou.

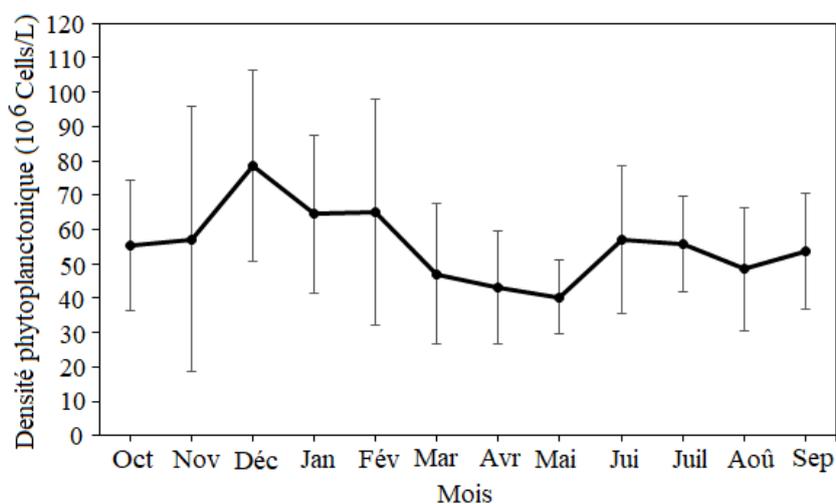


Figure 34 : Variations mensuelles de la densité phytoplanctonique du lac Buyo.

Tableau XVII : Variations saisonnières de la densité phytoplanctonique du lac Dohou et du lac Buyo.

Milieux	Saison Sèche	Saison Pluvieuse	Significativité
Lac Dohou	34,21 ± 23,8	24,71 ± 16,4	$p < 0,05$
Lac Buyo	62,45 ± 29,4	50,63 ± 17,0	$p < 0,05$

Les embranchements phytoplanctoniques qui ont été les plus représentatifs dans la densité totale pendant tous les mois d'échantillonnage sont les Cyanobacteria et les Bacillariophyta. Les Cyanobacteria ont affiché des densités supérieures à 45 % pendant tous les mois excepté novembre, décembre, janvier dans le lac Dohou (Figure 34) et mars au niveau du lac Buyo (Figure 35). Ces mois sont dominés par Bacillariophyta avec des proportions généralement supérieures à 50 % (Figures 34 et 35).

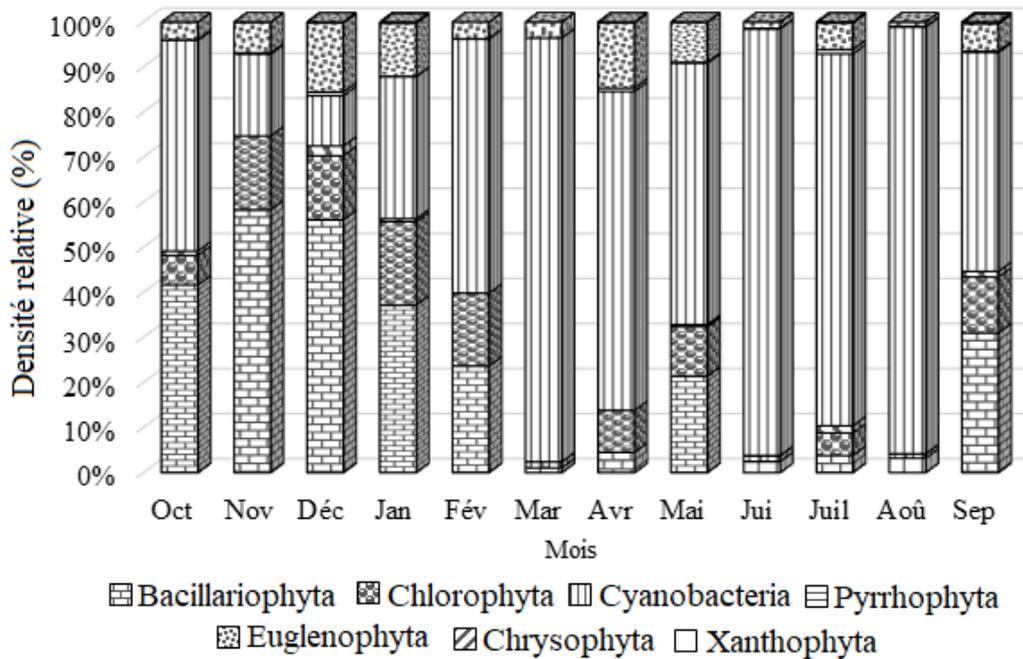


Figure 35 : Variations mensuelles de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanctonique du lac Dohou.

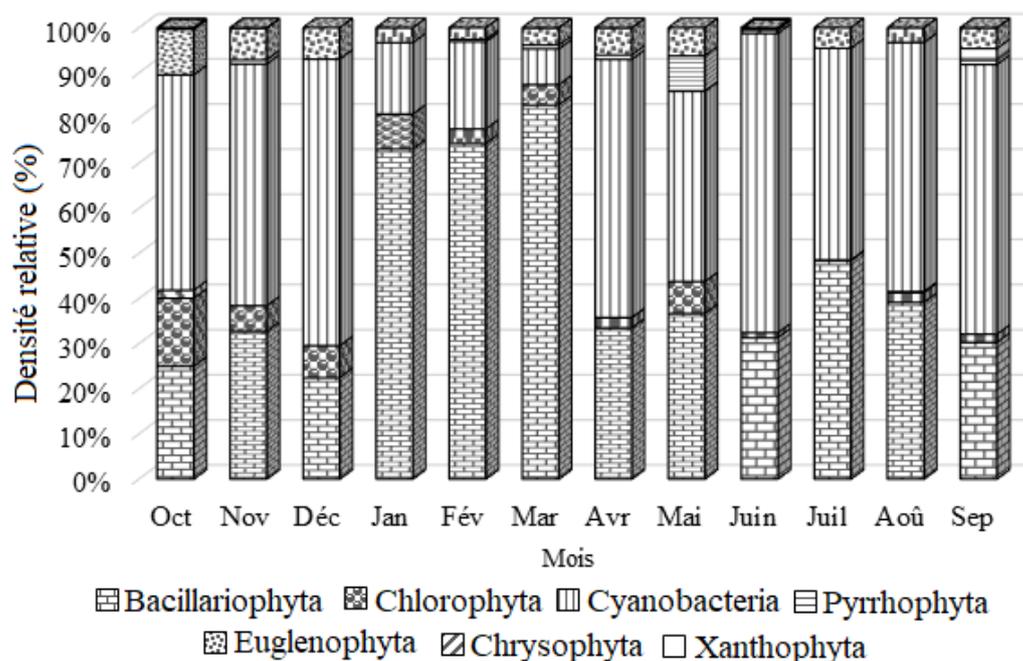


Figure 36 : Variations mensuelles de la contribution des embranchements dans la densité phytoplanctonique du lac Buyo.

La contribution des taxons au sein de la communauté phytoplanctonique a permis de recenser un ensemble de 10 espèces dominantes dans le lac Dohou et 11 espèces dominantes dans le lac Buyo (Tableau XVI). Ces espèces, au niveau du lac Dohou sont réparties entre les Cyanobacteria (*Aphanocapsa conferta*, *Microcystis aeruginosa*, *Planktolyngbya limnetica* et *Chroococcus minutus*), les Bacillariophyta (*Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua* et *Aulacoseira granulata var angustissima*), les Euglenophyta (*Trachelomonas volvocina* et *Trachelomonas cylindrica*), et Chlorophyta (*Dictyophaerium pulchelum*). Au niveau du lac Buyo, elles appartiennent aux Cyanobacteria (*Microcystis aeruginosa*, *Planktolyngbya limnetica*, *Phormodium articulatum*, *Pseudanabaena limneticus*, *Synechococcus* sp., et *Merismopedia tenuissima*) et Bacillariophyta (*Aulacoseira ambigua* et sa variété *japonica*, *Aulacoseira granulata* et sa variété *angustissima*, et *Asterionella formosa*) (Tableau XVI).

Tableau XVIII : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par mois du lac Dohou.

	Pourcentage de dominance (%)											
	oct	nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juil	aoû	sep
Bacillariophyta (%)												
<i>Asterionella formosa</i>	38	24	12	3	3	9	2	3	0	0	1	3
<i>Aulacoseira ambigua</i>	3	3	2	5	6	2	2	3	2	3	4	1
Cyanobacteria (%)												
<i>Aphanocapsa conferta</i>	4	3	4	2	5	2	1	2	3	3	4	1
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	1	3	0	0	0	3	5	26	5	0	3
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	3	15	0	9	2	3	4	3	1	1	3	5
<i>Chroococcus minutus</i>	3	3	1	3	2	3	4	1	2	3	3	2
<i>Phormodium articulatum</i>	0	1	0	1	3	2	0	3	0	0	0	0
Euglenophyta (%)												
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	0	1	5	7	2	0	1	0	3	0	1
<i>Trachelomonas cylindrica</i>	0	0	0	3	0	0	0	2	0	1	0	0
Chlorophyta (%)												
<i>Dictyosphaerium pulchelum</i>	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0

Tableau XIX : Contribution des espèces dominantes dans la densité phytoplanctonique totale par mois du lac Buyo.

	Pourcentage de dominance (%)											
	oct	nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juil	aoû	sep
Bacillariophyta												
<i>Asterionella formosa</i>	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Aulacoseira ambigua</i>	12	3	3	23	1	6	8	13	12	3	7	3
<i>Aulacoseira ambigua</i> var. <i>japonica</i>	2	2	2	0	20	3	10	9	1	1	1	9
<i>Aulacoseira granulata</i>	3	2	35	0	0	9	0	9	5	4	6	6
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0	2	6	0	0	0	0	3	0	0	0	2
Cyanobacteria												
<i>Microcystis aeruginosa</i>	2	0	4	0	6	1	23	25	9	5	21	6
<i>Merismopedia tenuissima</i>	3	0	0	3	12	4	0	3	0	4	0	0
<i>Pseudanabaena limneticus</i>	0	0	4	2	0	0	5	0	0	0	9	8
<i>Synechococcus</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	0	3	4	0	3	0	0	0	0	0	5	4
<i>Phormodium articulatum</i>	3	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0

3.3.1.1.2. Degré d'organisation de la communauté phytoplanctonique

3.3.1.1.2.1. Indice de Shannon

3.3.1.1.2.1.1. Variations spatiales

Les variations des valeurs moyennes de l'indice de Shannon des lacs Dohou et Buyo sont présentées par les figures 36 et 37. Au niveau du lac Dohou, cet indice a varié de 1,2 à la station D7 à 1,83 bits/cells à la station D5 (Figure 36). Quant au lac Buyo, les valeurs moyennes de l'indice de Shannon ont oscillé entre 0,81 à la station G4 et 1,48 bits/cells à la G2 (Figure 37). Les valeurs indicielles n'ont pas varié significativement (Anova, $p > 0,05$) entre les stations des lacs.

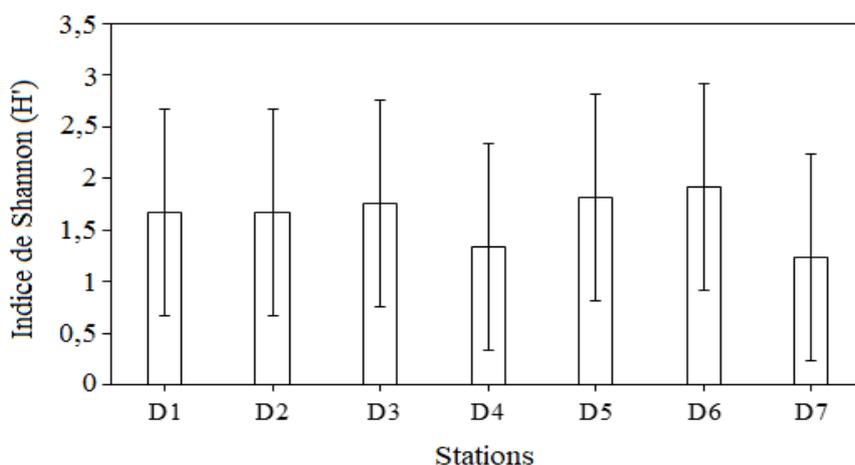


Figure 37: Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.

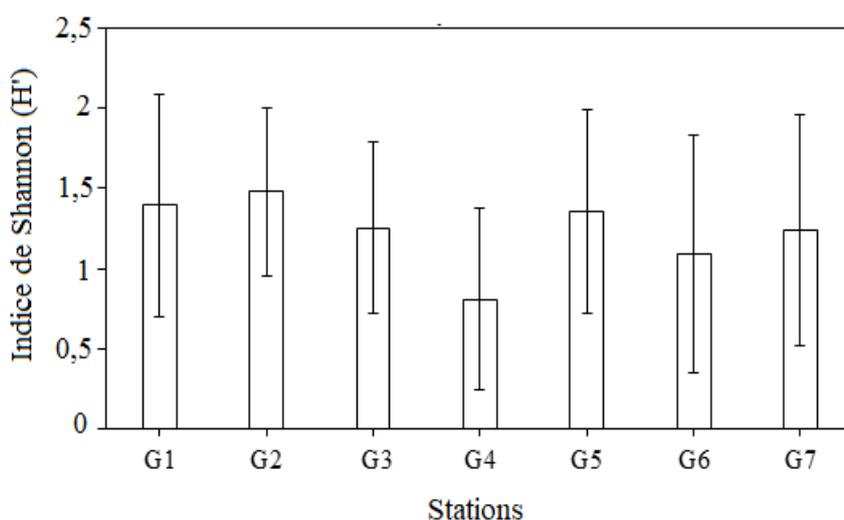


Figure 38: Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.

3.3.1.1.2.1.2. Variations temporelles

Les variations temporelles de l'indice de Shannon sont présentées par les figures 38, 39 et le tableau XVII. Dans le lac Dohou, la plus faible valeur moyenne de l'indice de Shannon (0,59 bits/cells) est enregistrée dans le mois d'avril et la plus forte (2,02 bits/cells) observée en novembre (Figure 38). Concernant le lac Buyo, les valeurs moyennes de l'indice de Shannon ont fluctué entre 0,91 (août) et 2,12 bits/cells (janvier) (Figure 39). La variation saisonnière de ce paramètre dans les lacs a montré une différence significative (test t, $p < 0,05$) entre la saison sèche et la saison des pluies (Tableau XVII).

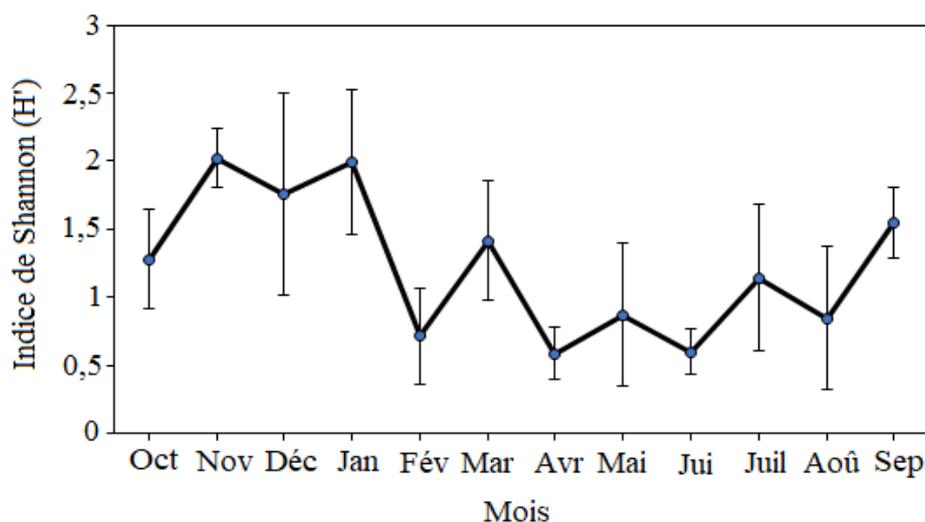


Figure 39 : Variations des moyennes mensuelles de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.

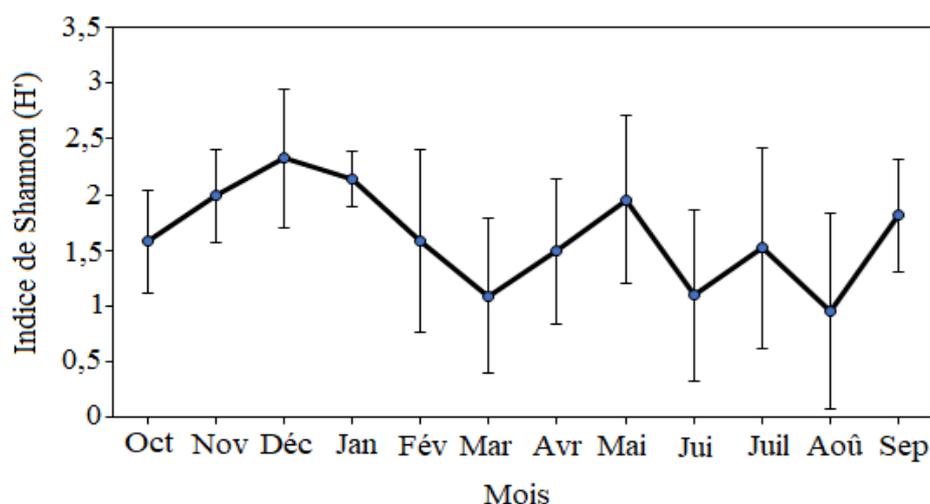


Figure 40 : Variations des moyennes mensuelles de l'indice de Shannon des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.

Tableau XX : Variations saisonnières de l'indice de diversité de Shannon des lacs Dohou et Buyo.

Indice de diversité	Lac Dohou			Lac Buyo		
	SS (Moy ± SD)	SP (Moy ± SD)	Significativité	SS (Moy ± SD)	SP (Moy ± SD)	Significativité
H'	1,80 ± 0,93	1,31 ± 0,9	$p < 0,05$	1,28 ± 0,75	0,74 ± 0,7	$p < 0,05$

SS : saison sèche ; SP : saison pluvieuse ; Moy : moyenne ; SD : écarts-type, H' : indice de Shannon

3.3.1.1.2.2. Indices d'équitabilité

3.3.1.1.2.2.1. Variations spatiales

Les valeurs moyennes de l'équitabilité dans les lacs Dohou et Buyo sont présentées par les figures 40 et 41. Les valeurs moyennes au niveau des stations du lac Dohou sont comprises entre 0,39 à la station D7 et 0,52 à la station D3 (Figure 40). Concernant le lac Buyo, les valeurs moyennes de ce paramètre ont oscillé entre 0,31 à la station G4 et 0,5 à la station G2 (Figure 41). Aucune différence significativement (Anova, $p > 0,05$) de l'équitabilité n'a été notée entre les stations de chacun des lacs.

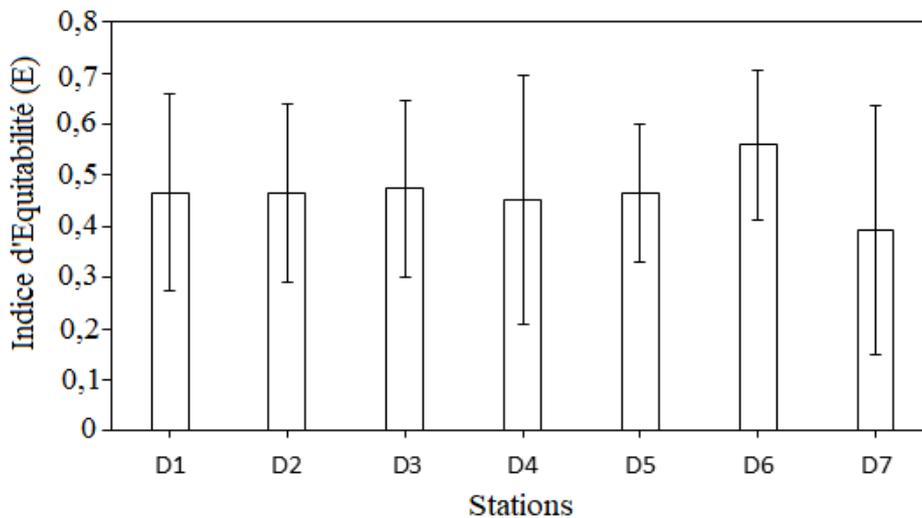


Figure 41 : Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.

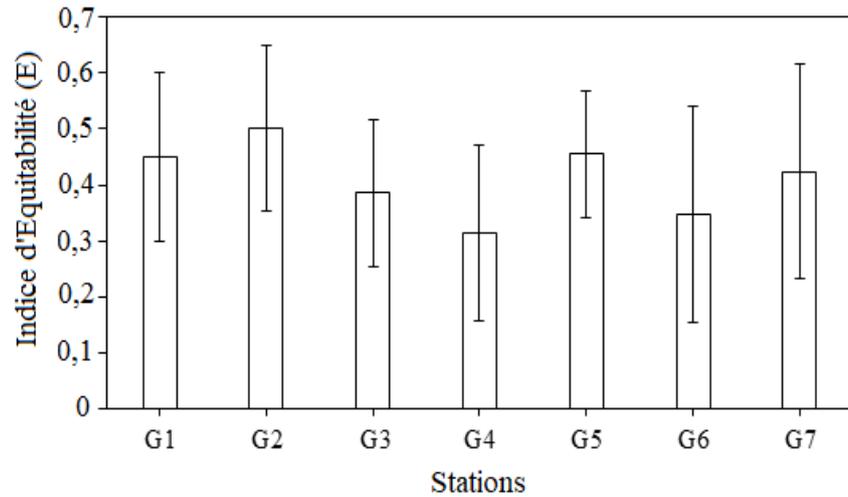


Figure 42 : Variations spatiales des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.

3.3.1.1.2.2. Variations temporelles

Les valeurs moyennes temporelles de l'équitabilité des lacs Dohou et Buyo sont présentées par la figure 42, 43 et le tableau XVIII. Les valeurs moyennes mensuelles de l'Équitabilité ont varié de 0,22 en avril à 0,57 en janvier dans le lac Dohou (Figure 42) et de 0,32 en juin à 0,6 en janvier au niveau du lac Buyo (Figure 43). Des variations significatives (test t, $p < 0,05$) ont été observées entre la saison sèche et la saison des pluies dans les lacs Dohou et le lac Buyo (Tableau XVIII).

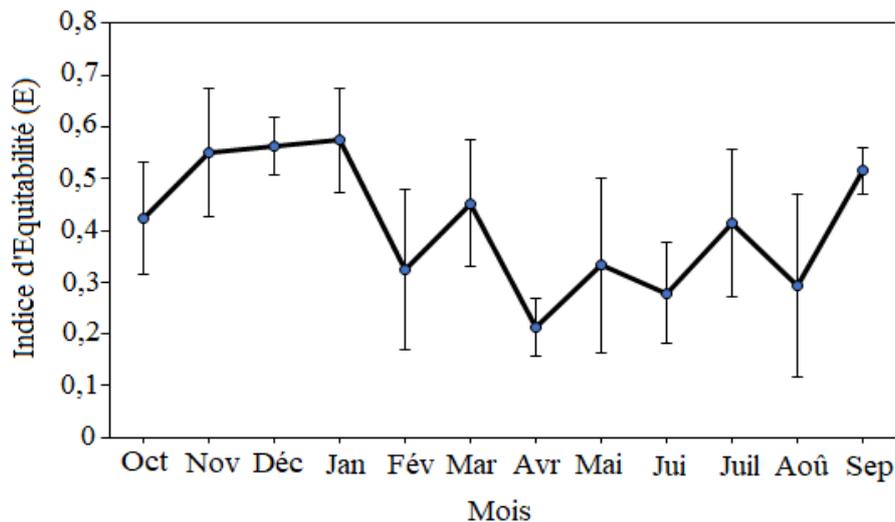


Figure 43 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou.

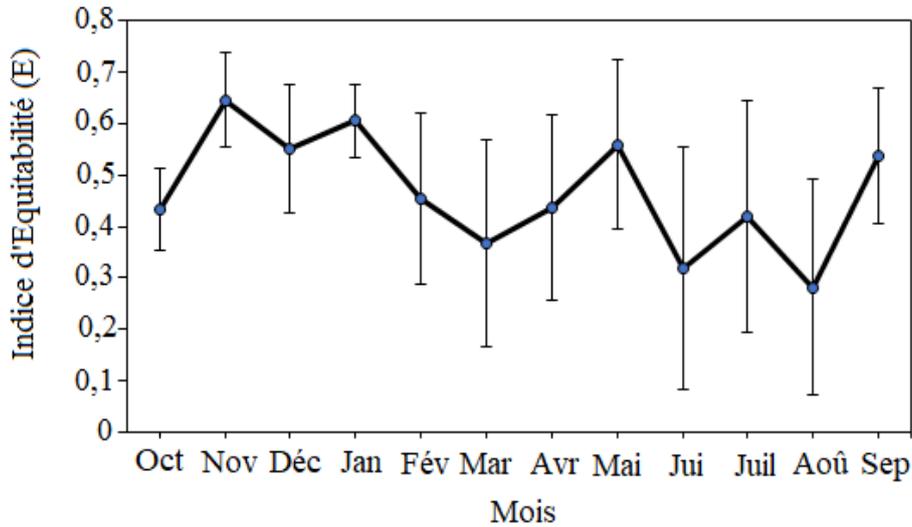


Figure 44 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Buyo.

Tableau XXI : Variations saisonnières de l'indice d'équitabilité des peuplements phytoplanctoniques du lac Dohou et Buyo.

Indice de diversité	Lac Dohou			Lac Buyo		
	SS (Moy ± SD)	SP (Moy ± SD)	Significativité	SS (Moy ± SD)	SP (Moy ± SD)	Significativité
E	0,51 ± 0,2	0,38 ± 0,24	$p < 0,05$	0,4 ± 0,23	0,27 ± 0,24	$p < 0,05$

SS : saison sèche ; SP : saison pluvieuse ; Moy : moyenne ; SD : écarts-types ; E : indice d'équitabilité

3.3.1.3. Stabilité et persistance du peuplement phytoplanctonique

3.3.1.3.1. Variations de la diversité de Shannon

Les variations de la diversité de Shannon ($\Delta H'$) dans les stations des lacs Dohou et Buyo au cours de la période d'étude sont présentées respectivement dans les tableaux XIX et XX. Ces valeurs sont comprises entre 0,2 à la station D3 et 0,91 à la station D2 dans le lac Dohou (Tableau XIX) et entre 0,09 et 0,46 respectivement des stations G7 et G4 au niveau du lac Buyo (Tableau XX). Les variations saisonnières des valeurs moyennes de la diversité de Shannon ($\Delta H'$) étaient toutes faibles (< 1 bits/cells) aux différentes stations de chacun des lacs.

Tableau XXII : Variations des valeurs moyennes de la diversité de Shannon entre les saisons du lac Dohou.

Saisons	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
SS-SP	0,6	0,91	0,2	0,58	0,81	0,51	0,35

D1 à D7 : station d'échantillonnage dans le lac Dohou ; SP : saison pluvieuse ; SS : saison sèche

Tableau XXIII : Variations des valeurs moyennes de la diversité de Shannon entre les saisons du lac Buyo.

Saisons	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
SS-SP	0,28	0,09	0,44	0,46	0,37	0,26	0,17

G1 à G7 : station d'échantillonnage dans le lac Buyo ; SP : saison pluvieuse ; SS : saison sèche

3.3.1.3.2. Similarité de la communauté du phytoplancton

La similarité des stations du lac Dohou et Buyo à partir de la communauté phytoplanctonique est mise en évidence respectivement par les tableaux XXI et XXI. Concernant le lac Dohou, les valeurs du pourcentage de similarité sont supérieures à 50 dans l'ensemble des stations sauf entre la station D7 et les stations D1 (33,7 %), D2 (42,47 %), D3 (38,31 %), D4 (34,54 %) (Tableau XXI). Le pourcentage de similarité le plus élevé a été observé entre les stations D3 et D4 avec une valeur de 88,4 % et le pourcentage de similarité le plus faible a été enregistré entre les stations D1 et D7 avec une valeur de 33,7 % (Tableau XXI). Au niveau du lac Buyo, les pourcentages de similarité ont été très forts entre les stations G3 et G7 avec une valeur de 97,28 % et entre les stations G1 et G5 avec une valeur de 96,917 % (Tableau XXII). Cependant les valeurs du pourcentage de similarité ont été très faibles entre la station G3 et les stations G2 (28,52 %), G4 (45,68 %) et G6 (36,03 %) (Tableau XXII).

Tableau XXIV : Pourcentage de similarité entre les structures phytoplanctonique des stations du lac Dohou.

Stations	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	100						
D2	64,21	100					
D3	82,12	53,51	100				
D4	83,41	60,76	88,4	100			
D5	88,37	66,31	74,51	77,09	100		
D6	82,5	51	84,6	50,02	51,14	100	
D7	33,7	42,47	38,31	34,54	75,24	79,69	100

D1 à D7 : station d'échantillonnage dans le lac Dohou

Tableau XXV : Pourcentage de similarité entre les structures phytoplanctoniques des stations du lac Buyo.

Stations	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
G1	100						
G2	52,15	100					
G3	91,71	28,52	100				
G4	64,01	91,53	45,68	100			
G5	96,92	40,87	93,82	65,15	100		
G6	58,79	77,22	36,03	88,38	60,89	100	
G7	70,99	57,05	97,28	76,95	80,8	65,42	100

G1 à G7 : station d'échantillonnage dans le lac Buyo

3.3.1.4. Estimations de la chlorophylle *a*

3.3.1.4.1. Variations spatiales

Les variations des moyennes de la teneur en chlorophylle *a* du lac Dohou et du lac Buyo sont présentées par les figures 44 et 45. Les valeurs moyennes de la chlorophylle *a* pour les stations du lac Dohou sont comprises entre $3,5 \pm 3 \mu\text{g/L}$ à D7 et $13 \pm 12 \mu\text{g/L}$ à D1 (Figure 44). Au niveau du lac Buyo, les valeurs moyennes de la chlorophylle *a* ont varié de $14 \pm 13,08 \mu\text{g/L}$ à la station G4 à $33,08 \pm 29,05 \mu\text{g/L}$ à la station G7 (Figure 45). Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les stations d'un même lac (Anova, $p > 0,05$).

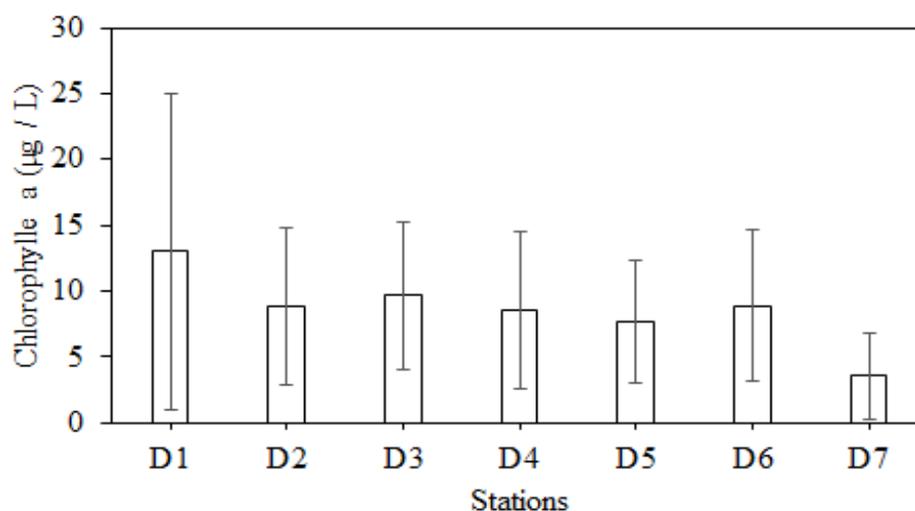


Figure 45 : Variations spatiales des valeurs moyennes de la chlorophylle *a* du lac Dohou.

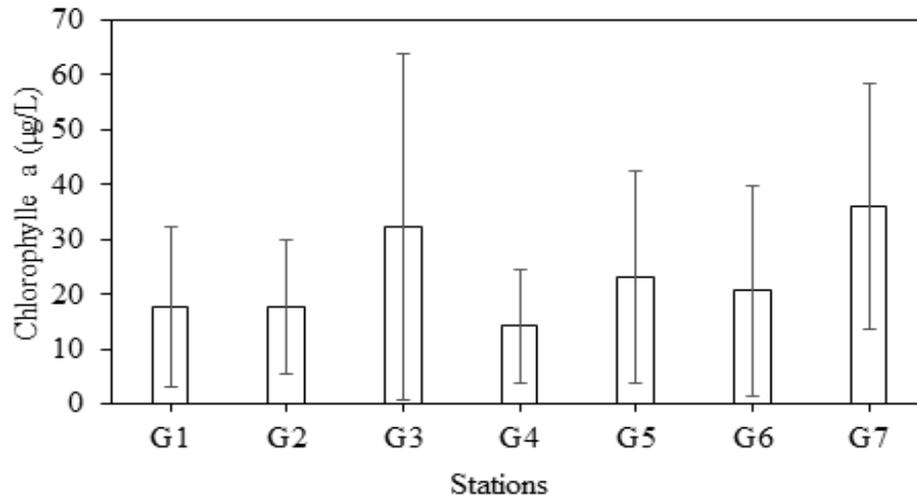


Figure 46 : Variations spatiales des valeurs moyennes de la chlorophylle *a* du lac Buyo.

3.3.1.4.2. Variations temporelles

Les variations des moyennes mensuelles de la teneur en chlorophylle *a* du lac Dohou et du lac Buyo sont présentées par les figures 46, 47 et le tableau XXII. Les teneurs moyennes en chlorophylle *a* enregistrées dans le lac Dohou sont comprises entre $3,5 \pm 1,19 \mu\text{g/L}$ en septembre et $14,62 \pm 6,90 \mu\text{g/L}$ en avril (Figure 46). Une différence significative (test *t*, $p < 0,05$) des valeurs de la chlorophylle *a* est observée entre la saison sèche et la saison des pluies (Tableau XXIII). Quant au lac Buyo, les valeurs de ce paramètre ont oscillé entre $3,81 \pm 2,47 \mu\text{g/L}$ en août et $49,79 \pm 24,05 \mu\text{g/L}$ en mai (Figure 47). Ce paramètre n'a pas varié significativement (test *t*, $p > 0,05$) d'une saison à l'autre dans chacun des lacs (Tableau XXIII).

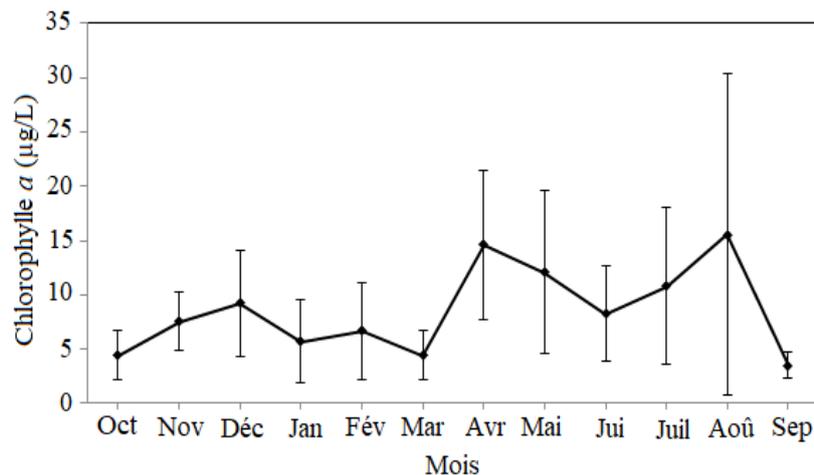
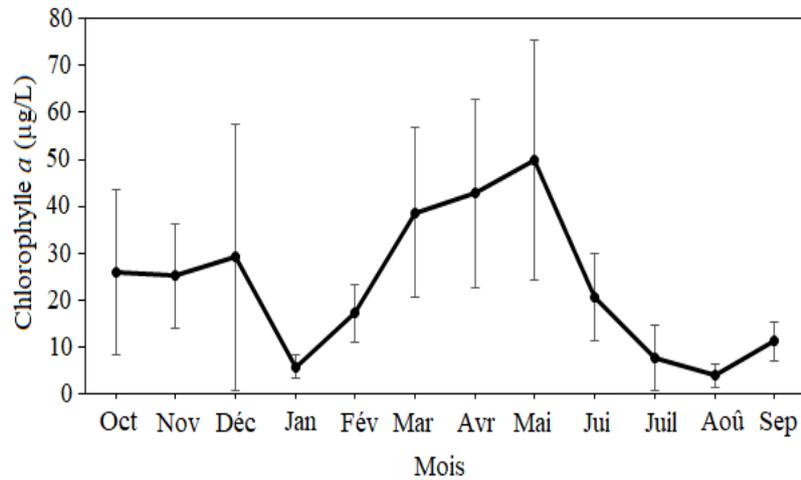


Figure 47 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de la chlorophylle *a* dans le lac Dohou.

Figure 48 : Variations mensuelles des valeurs moyennes de la chlorophylle *a* dans le lac Buyo.Tableau XXVI : Valeurs moyennes saisonnières de la chlorophylle *a* dans le lac Dohou.

Milieu	Saison sèche (Moy ± SD)	Saison pluvieuse (Moy ± SD)	Significativité
Lac Dohou	6,72 ± 3,9	10 ± 8,4	p < 0,05
Lac Buyo	23,36 ± 19,58	22,78 ± 21,45	p > 0,05

SS : saison sèche ; SP : saison pluvieuse ; Moy : Moyenne ; Chl a : chlorophylle a ; SD : écart-type

3.3.1.2. Déterminisme du phytoplancton

3.3.1.2.1. Déterminisme spatial

Les corrélations entre les taxons dominants et les variables environnementales à partir d'une Analyse Canonique des Redondances (RDA) sont mises en évidence par les figures 48 et 49 respectivement dans les lacs Dohou et Buyo. Au niveau du lac Dohou, les deux premiers axes (axe 1 et axe 2) ont exprimé 67,00 % de la variance totale (Tableau XXIV). L'axe 1 qui a exprimé 45,60 % de l'inertie totale est corrélé dans sa partie négative à la conductivité et au phosphore total. Ces paramètres sont faiblement et négativement corrélés aux espèces *Trachelomonas cylindrica* (Trey), *Microcystis aeruginosa* (Miae), *Trachelomonas volvocina* (Trvo) et *Planktolyngbya limnetica* (Plli) dans les stations D3, D4 et *Aulacoseira ambigua* (Auam) dans les stations D5, D6. Le second axe, qui a rendu compte de 21,40 % de l'inertie totale est fortement et positivement corrélé au nitrite à la station D7. Cet axe est négativement corrélé à l'oxygène dissous, la Température, la profondeur, la transparence et au pH. Ces derniers paramètres sont associés aux espèces *Asterionella formosa* (Asfo), *Aphanocapsa conferta* (Apco) et *Chroococcus minutus* (Chmi) (Figures 48).

Tableau XXVII : Valeurs propres et pourcentages de variances cumulés des axes extraits du RDA du déterminisme spatial.

		Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Lac Dohou	Valeurs propres	0,456	0,214	0,157	0,133
	Pourcentage de variance cumulée espèce - variables environnementales	45,6	67	82,7	96
Lac Buyo	Valeurs propres	0,499	0,264	0,106	0,067
	Pourcentage de variance cumulée espèce - variables environnementales	49,9	76,3	87	93,7

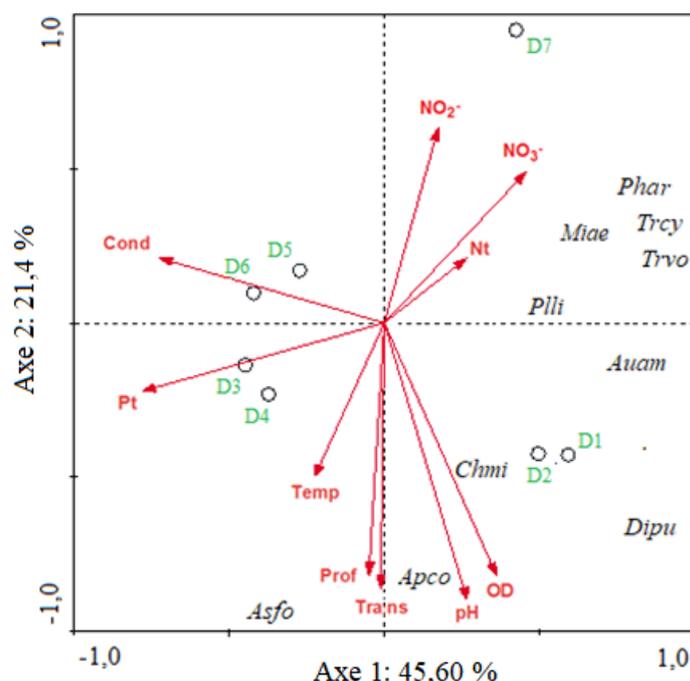


Figure 49 : Ordination spatiale en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Dohou sur les deux premiers axes. Temp : Température ; OD : Oxygène Dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO₂⁻ : Nitrite ; NO₃⁻ : Nitrate ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total. D1 à D7 : stations d'échantillonnage.

Les résultats de cette analyse concernant le lac Buyo montre que 76,3 % de la variance totale est exprimé par les axes 1 (49,90 %) et 2 (26,4 %) (Tableau XXIV). L'axe 1 est corrélé positivement au pH et à l'azote total à la stations G6 et le taxon inféodé à celle-ci est *Aulacoseira granulata* (Augr). Négativement à cet axe sont corrélés à la transparence. Ce paramètre est associé positivement à *Aulacoseira ambigua* (Auam) à la station G2. Le second axe est positivement corrélé à la Température et la profondeur. Ces paramètres sont faiblement et négativement corrélés aux taxons *Synechoccus* sp. (Sysp) et *Pseudanabaena limneticus* (Psli), *Merismopedia tenuissima* et *Aulacoseira granulata* (Augr) (Figure 49).

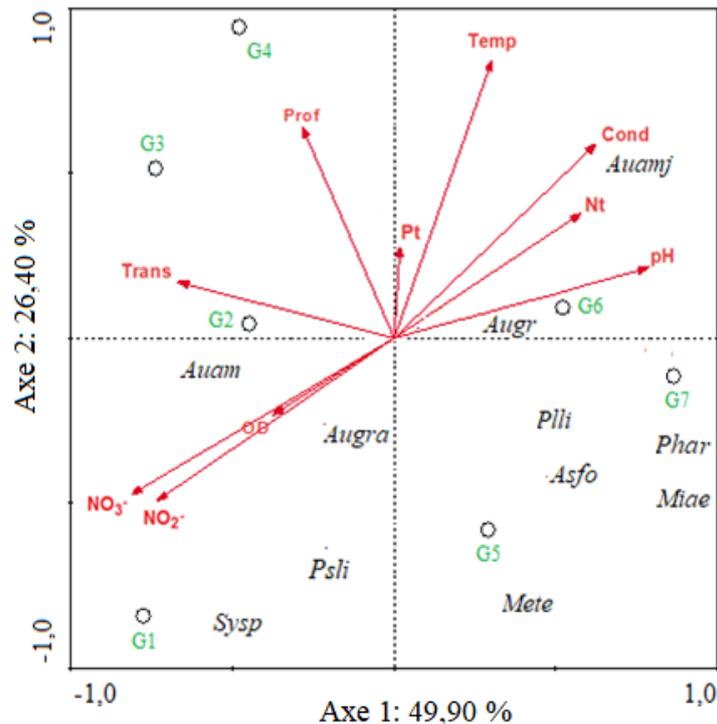


Figure 50 : Ordination spatiale en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Buyo sur les deux premiers axes. G1 à G7 : station d'échantillonnage. Temp : température ; OD : Oxygène dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO₂⁻ : Nitrite ; NO₃⁻ : Nitrate ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total.

3.3.2.1.2. Déterminisme temporel

L'influence des paramètres physicochimiques sur les taxons dominants au cours du temps dans les lacs Dohou et Buyo est présentée par la figure 50 et 51. Dans cette analyse canonique de redondance, les axes 1 et 2 ont donné 47,60 % de la variance totale des données temporelles du lac Dohou (Tableau XXV). Le premier axe qui a exprimé 25,00 % de l'inertie totale est fortement et positivement corrélé à la température. A ce paramètre sont associés positivement *Aphanocapsa conferta* (Apco), *Trachelomonas volvocina* (Trvo), *Aulacoseira ambigua* (Auam) pendant le mois d'octobre. Cet axe est fortement et négativement corrélé à l'azote total en août qui est associé à *Microcystis aeruginosa* (Miae). Quant au second axe qui a rendu compte de 22,60 % de l'inertie totale est fortement et négativement corrélé à la conductivité. Ce paramètre est corrélé positivement à *Chroococcus minutus* (Chmi) pendant les mois de juillet et Mai (Figure 50).

Tableau XXVIII : Valeurs propres et pourcentages de variances cumulés des axes extraits du RDA du déterminisme temporel.

		Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Lac Dohou	Valeurs propres	0,25	0,226	0,172	0,114
	Pourcentage de variance cumulée espèce-variables environnementales	0,272	0,518	0,705	0,829
Lac Buyo	Valeurs propres	0,313	0,212	0,164	0,091
	Pourcentage de variance cumulée espèce-variables environnementales	33,3	55,9	73,4	83

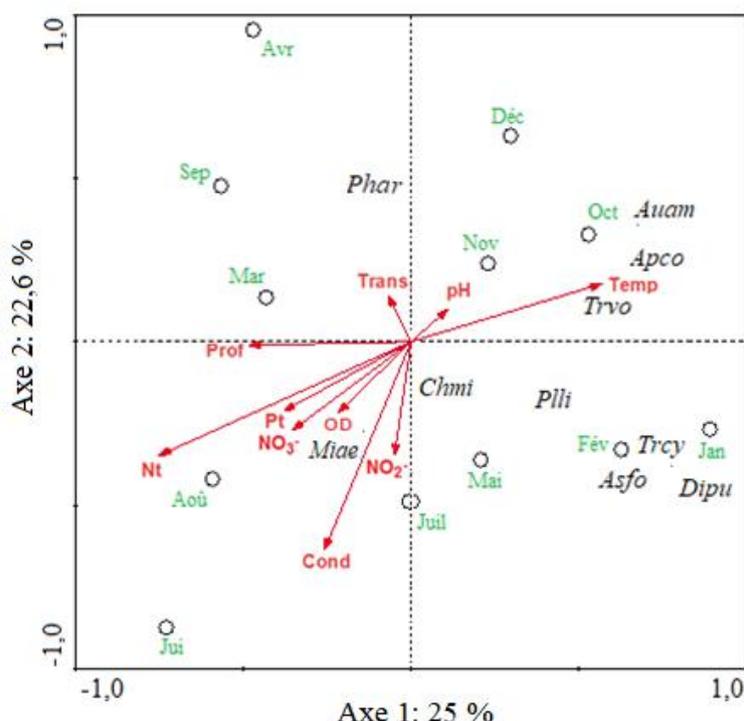


Figure 51 : Ordination temporelle en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Dohou sur les deux premiers axes. Temp : Température ; OD : Oxygène Dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO₂⁻ : Nitrite ; NO₃⁻ : Nitrate ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total.

Au niveau de l'ordination mensuelle sur le lac Buyo, les deux premiers axes ont exprimé 52,5% de la variance totale des données temporelles (Tableau XXV). Le premier axe (31,3 % de l'inertie totale) est positivement corrélé à la la profondeur, pH et à la conductivité. Ces paramètres influencent la répartition des taxons *Merismopedia tenuissima* (Mete), *Aulacoseira granulata* (Augr), *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (Augra) et *Asterionella formosa* (Asfo) et *Phormidium articulatum* (Phar) pendant les mois de novembre et décembre. Négativement à cet axe sont corrélés l'azote total (Nt) au mois de juillet qui influence fortement la répartition des taxons *Merismopedia tenuissima* (Mete), *Aulacoseira granulata* (Augr),

Aulacoseira granulata var. *angustissima* (Augra) et *Asterionella formosa* (Asfo) et *Phormidium articulatum* (Phar). Le second axe, qui rend compte de 21,2% de l'inertie totale, est fortement et positivement corrélé au nitrate et au nitrite au mois de février. Les taxons *Aulacoseira ambigua* var. *japonica* (Auamj) et *Microcystis aeruginosa* (Miae) leur sont associés (Figure 51).

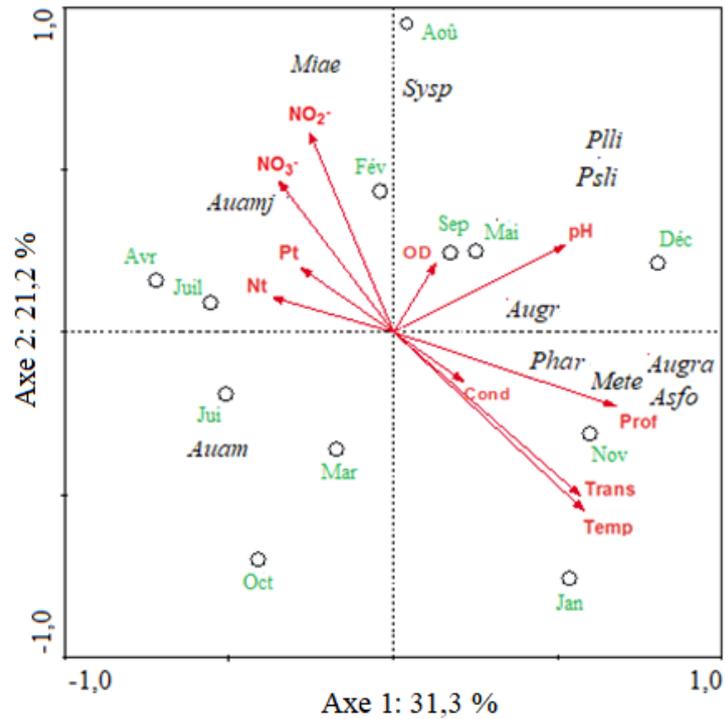


Figure 52 : Ordination temporelle en RDA des taxons phytoplanctoniques dominants et des paramètres environnementaux du lac Buyo sur les deux premiers axes. Temp : température ; OD : Oxygène dissous ; Cond : Conductivité ; Trans : Transparence ; Prof : Profondeur ; NO_2^- : Nitrite ; NO_3^- : Nitrate ; Nt : Azote total ; Pt : phosphore total.

3.3.2. Discussion

Les communautés du lac Buyo et du lac Dohou sont très productifs. Ce résultat serait dû au fait de la prédominance dans plus de 80% de la densité totale des Bacillariophyta filamenteuses et de Cyanobacteria coloniale et filamenteuses. Les espèces de ces différents embranchements ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu, en particulier la turbulence. Leurs taux de croissance, ainsi que leurs dépendances vis-à-vis des nutriments sont également variables. En outre, afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives favorisant leur mobilité et leur migration vers des zones riches en nutriments et en lumière (phototaxie, migration verticale, nage, agrégation). Cette observation a été également notée dans le lac Obéira au Maroc (Amri, 2008) et au niveau des eaux du collecteur de Dantokpa au Bénin (Adjahouinou *et al.*, 2012).

Au niveau temporel, les échantillons récoltés pendant la saison sèche dans les lacs Dohou (novembre, janvier et février) et Buyo (décembre, janvier et février) ont des densités phytoplanctoniques plus élevées que ceux de la saison pluvieuse. Les densités phytoplanctoniques élevées pendant ces mois coïncident avec les fortes températures et la stabilité du plan d'eau qui stimuleraient le processus biologique tels que la reproduction ou la multiplication des cellules phytoplanctoniques en relation avec la consommation de nutriments. Cette consommation de nutriments justifierait les faibles teneurs en composés azotés et phosphorés pendant la saison sèche. Les faibles valeurs de la densité au cours des mois de la saison des pluies pourraient être attribuées à l'effet défavorable des fortes pluies entraînant une instabilité du plan d'eau et une turbidité élevée. Les eaux de ruissellement et celles des effluents chargées en matières en suspensions perturbent le développement du phytoplancton. La dynamique du peuplement phytoplanctonique est influencée par les saisons. Nos résultats sont similaires à ceux de Bouvy *et al.* (2006) dans le lac de Guiers au Sénégal, de Wondie *et al.* (2007) dans le lac Tana en Éthiopie, de Gropa (2012) sur le lac Taabo et d'Adon (2013) sur la retenue d'eau d'Adzopé.

La dominance des Cyanobacteria pendant la saison pluvieuse serait probablement due à la production de composés toxiques par les Cyanobacteria qui contribuerait à augmenter leur avantage compétitif sur les autres embranchements d'algues (Afssa / Afsset, 2006). Cependant, la période (saison sèche) de multiplication excessive des Bacillariophyta dans le lac Dohou et dans le lac Buyo coïncide avec une faible teneur en nutriment. Selon Cardier (2016), ce groupe intervient dans le cycle du silicium et sont reconnues comme ayant un taux de croissance rapide et une faible affinité pour les nutriments (phosphore, fer etc.). Nos résultats corroborent ceux des études effectuées sur le lac d'Ayamé en Côte d'Ivoire (Ouattara *et al.*, 2001) où une

dominance des Cyanobacteria a été observée en saison des pluies et celle des Bacillariophyta en saison sèche. Des résultats similaires ont été obtenus par Fqi Barrada *et al.* (2000) dans le lac réservoir d'El Kansera au Maroc.

Les variations spatio-temporelles des valeurs moyennes des indices de Shannon ne dépassent généralement pas 2 bits/cells. Ces valeurs indiquent une faible diversité caractérisée par une population jeune à haut pouvoir de multiplication avec prédominance d'une espèce ou d'un petit nombre d'espèces (Kemka *et al.*, 2004). Généralement, les lacs eutrophes ont un faible indice de diversité (Maria, 2010) et présentent des envahissements de macrophytes. Au regard des valeurs de diversités spécifiques obtenues dans les lacs Dohou et Buyo (2 bits/cellule en moyenne), et la présence de fleurs d'eau durant la période d'étude pourraient indiquer les conditions des lacs eutrophes. Par ailleurs, la distribution spatio-temporelle des valeurs de l'indice d'équitabilité est faible dans l'ensemble, ce qui démontre un déséquilibre dans le peuplement phytoplanctonique. Nos résultats sont en accord avec ceux de Kemka *et al.* (2004) sur le lac municipal de Yaoundé au Cameroun et Daifi & Saci (2019) sur le lac Tonga en Algérie qui ont obtenu des faibles valeurs de diversités phytoplanctoniques.

Les analyses canoniques de redondances (RDA) effectuées ont permis de montrer la corrélation entre les paramètres physicochimiques et les taxons abondants au niveau des deux lacs. Ces paramètres physico-chimiques semblent bien influencer les taxons dominants dans les lacs Dohou et Buyo. Toutefois, ces taxons phytoplanctoniques ne semblent pas avoir les mêmes réponses suivant les paramètres dans chaque milieu. Le développement et la répartition des taxons phytoplanctoniques ne sont qu'une résultante des actions individuelles et simultanées des divers facteurs du milieu (Anneville *et al.*, 2008 ; Thomas *et al.*, 2000).

3.4. Qualité écologique des lacs Dohou et Buyo

3.4.1. Résultats

3.4.1.1. Etat trophique

L'état trophique des stations des lacs Dohou et Buyo, obtenu grâce aux valeurs du système de classification trophique des eaux est présenté dans les tableaux XXIV et XXV. La synthèse des valeurs moyennes de phosphore total, des valeurs moyennes et minimales de la transparence, des valeurs moyennes et maximales de la chlorophylle *a* des stations des lacs Dohou (Tableau XXIV) et Buyo (Tableau XXV) ont permis de qualifier leur état d'eutrophe excepté la G3 du lac Buyo. Cette dernière a présenté une eau hyper-eutrophe.

Tableau XXIX : Classification trophique des eaux du lac Dohou.

Indicateurs	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Pt moy (µg/L)	1040	960	1070	1090	1050	1150	970
Trans moy (m)	0,69	0,64	0,68	0,67	0,55	0,37	0,3
Trans min (m)	0,3	0,45	0,5	0,4	0,35	0,17	0,1
Chl <i>a</i> moy (µg/L)	8,79	12,98	9,64	8,53	7,68	8,89	3,52
Chl <i>a</i> max (µg/L)	24,48	46,73	20,03	22,25	15,58	17,8	13,4
Etat trophique	Eu	Eu	Eu	Eu	Eu	Eu	Eu

D1 à D7 : stations du lac Dohou ; Trans : transparence ; Chl *a* : Chlorophylle *a* ; Pt : phosphore total ; moy : valeur moyenne ; max : valeur maximale ; min : valeur minimale ; Eu : eutrophe.

Tableau XXX : Classification trophique des eaux du lac Buyo.

Indicateurs	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Pt moy (µg/L)	1120	1130	1130	1150	1030	1060	1220
Trans moy (m)	0,58	0,75	0,57	0,62	0,56	0,59	0,39
Trans min (m)	0,15	0,1	0,2	0,16	0,15	0,2	0,23
Chl <i>a</i> moy (µg/L)	17,57	17,5	33,1	14	24	19,9	35,2
Chl <i>a</i> max (µg/L)	48,95	44,5	88	51,18	73,4	68	68
Etat trophique	Eu	Eu	Hy	Eu	Eu	Eu	Eu

G1 à G7 : stations du lac Buyo ; Trans : transparence ; Chl *a* : Chlorophylle *a* ; Pt : phosphore total ; moy : valeur moyenne ; max : valeur maximale ; min : valeur minimale ; Eu : eutrophe ; Hy : hyper-eutrophe.

3.4.1.2. Etat écologique

La qualité écologique des eaux des stations des lacs Dohou et Buyo est présentée dans les tableaux XXVI et XXVII. Les résultats des indices planctoniques (IP) du lac Dohou ont indiqué que les eaux des stations ont une qualité moyenne excepté la station D7 qui a présenté un état médiocre (Tableau XXVI). Au niveau du lac Buyo, toutes les stations ont un état écologique moyen (Tableau XXVII). Les deux lacs ont présenté un état écologique globalement moyen.

Tableau XXXI : Etat écologique des différentes stations du lac Dohou selon les valeurs de l'indice planctonique.

Indices	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Indice planctonique (IP)	60	53	51	57	49	52	73
État écologique local	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Méd
État écologique global	Moy						

D1 à D7 : stations du lac Dohou ; Moy : état écologique Moyen ; Méd : état écologique Médiocre.

Tableau XXXII : Etat écologique des différentes stations du lac Buyo selon les valeurs de l'indice planctonique.

Indices	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Indice planctonique (IP)	45	50	55	50	52	47	54
État écologique local	Moy						
État écologique global	Moy						

G1 à G7 : stations du lac Buyo ; Moy : état écologique Moyen.

3.4.1.3. Groupes fonctionnels phytoplanctoniques et leurs dynamiques

3.4.1.3.1. Groupes fonctionnels phytoplanctoniques

La structure des assemblages d'espèces phytoplanctoniques à partir des espèces dominantes (contribution $\geq 3\%$ de la densité totale) s'est caractérisée par 07 groupes fonctionnels dans lac Dohou (S1, X2, LM, C, W2, F et K) et 06 (LM, S1, C, LO, P et Z) groupes fonctionnels dans le lac Buyo (Tableau XXVIII et XXIX).

Parmi ces groupes fonctionnels du lac Dohou, 4 sont représentés par les Cyanobacteria (S1, X2, K et LM), 01 groupe pour les Bacillariophyta dominants (C), 01 groupe au niveau des Euglenophyta (W2) et 01 groupe pour les Chlorophyta (F) (Tableau XXVIII). Concernant ceux du lac Buyo, 04 sont représentés par les Cyanobacteria (S1, LO, LM et Z) et 02 groupes pour les Bacillariophyta dominants (C, P) (Tableau XXIX).

Tableau XXXIII : Groupes fonctionnels phytoplanctoniques à partir des espèces dominantes (contribution \geq 3% de la densité totale) du lac Dohou.

Taxons	Groupes fonctionnels
Cyanobacteria	
<i>Aphanocapsa conferta</i>	K
<i>Chroococcus minutus</i>	X2
<i>Microcystis aeruginosa</i>	LM
<i>Phormidium articulatum</i> <i>Pseudanabaena limnecticus.</i> <i>Planktolyngbya limnectica</i>	S1
Bacillariophyta	
<i>Asterionella formosa</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Aulacoseira ambigua var. japonica</i>	C
Euglenophyta	
<i>Trachelomonas cylindra</i> <i>Trachelomonas volvocina</i>	W2
Chlorophyta	
<i>Dictyophaerium pulchellum</i>	F

Tableau XXXIV : Groupes fonctionnels phytoplanctoniques à partir des espèces dominantes (contribution \geq 3% de la densité totale) du lac Buyo.

Taxons	Groupes fonctionnels
Cyanobacteria	
<i>Microcystis sp.</i>	LM
<i>Phormidium articulatum</i> <i>Pseudanabaena limnecticus.</i> <i>Planktolyngbya limnectica</i>	S1
<i>Merismopedia tenuissima</i>	LO
<i>Synechococcus sp</i>	Z
Bacillariophyta	
<i>Asterionella formosa</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Aulacoseira ambigua var. japonica</i>	C
<i>Aulacoseira granulata</i> <i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>	P

3.4.1.3.2. Dynamique des groupes fonctionnels

3.4.1.3.2.1. Variations spatiales

Les figures 52 et 53 montrent les variations des groupes fonctionnels dans les lacs Dohou et Buyo. Sur l'ensemble des 07 groupes fonctionnels déterminés dans le lac Dohou (Figure 52), 04 groupes ont caractérisé le phytoplancton avec une contribution moyenne individuelle supérieure à 5 %. Ces 04 groupes fonctionnels ont dominé les assemblages phytoplanctoniques

avec 86,5 %. La contribution du groupe S1 avec *Planktolyngbya limnetica* a varié entre 10 % à la station D2 et 85 % à la station D5. Quant au groupe C représenté par *Asterionella formosa*, ses proportions ont fluctué de 10 à 79 % aux stations D4 et D2. Cependant, les groupes LM (*Microcystis aeruginosa*) et K (*Aphanocapsa conferta*) ont été plus représentés respectivement aux stations D7 (53 %) et D1 (10 %). Aucune différence significative (Anova, $p > 0,05$) n'est observée entre les stations du lac Dohou.

Sur les 6 groupes identifiés au niveau du lac Buyo (Figure 53), 3 groupes ont présenté une contribution moyenne individuelle supérieure à 5 %. Ces 3 groupes fonctionnels ont dominé les assemblages phytoplanctoniques avec 86 %. La contribution du groupe LM représenté par *Microcystis aeruginosa* a varié entre 11 % à la station G7 et 75 % à la station G6. Pour le groupe C avec *Aulacoseira ambigua*, la proportion a oscillé entre 9 % à la station G6 et 61 % à la station G4. Quant à S1 avec *Pseudanabaena limneticus*, ce groupe a plus dominé les stations G2 (43 %) et G1 (29 %). Aucune différence significative (Anova, $p > 0,05$) n'est observée entre les stations

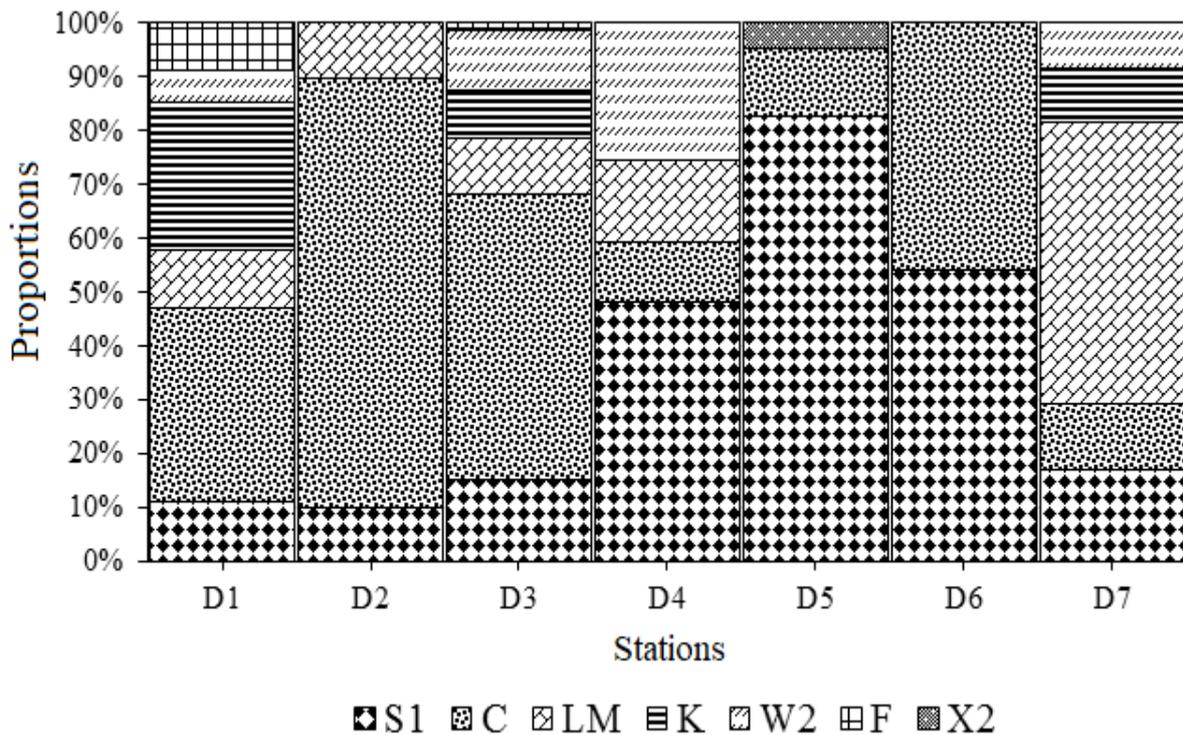


Figure 53 : Variations spatiales des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Dohou.

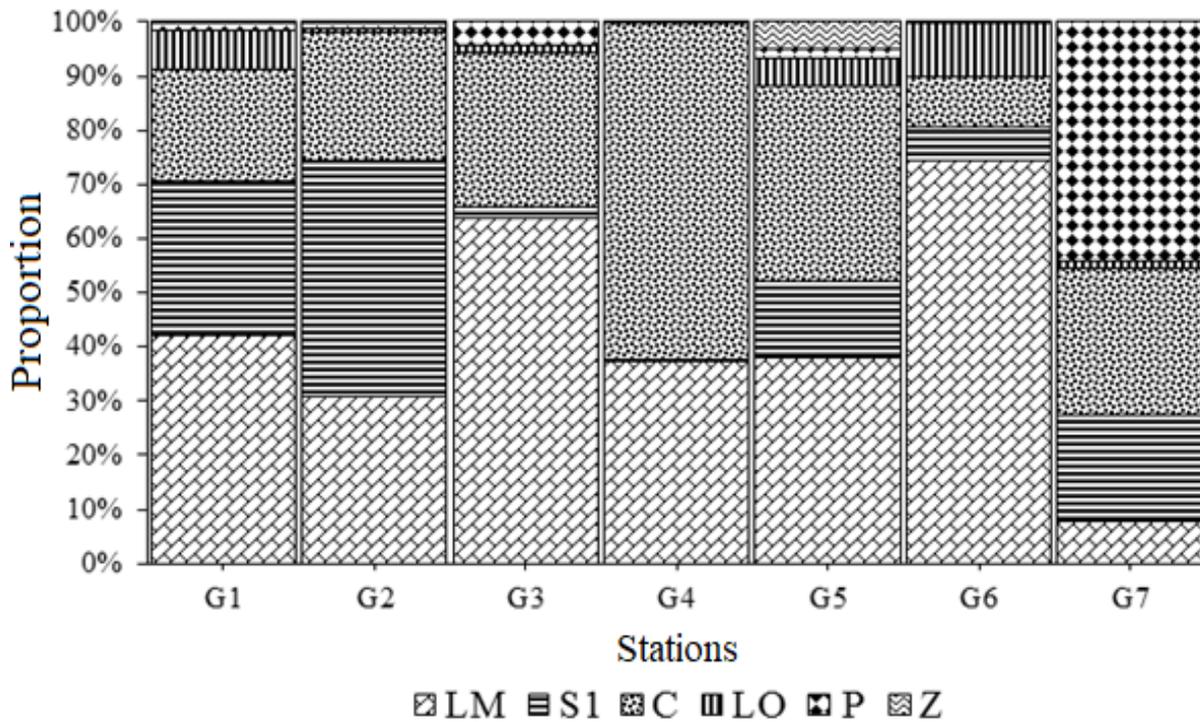


Figure 54 : Variations spatiales des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Buyo.

3.4.1.3.2.2. Variations temporelles

Les proportions mensuelles et saisonnières des différents groupes fonctionnels des lacs Dohou et Buyo sont présentées respectivement par les figures 54, 55 et par les tableaux XXX, XXXI. Dans le lac Dohou (Figure 53), les proportions du groupe S1 sont comprises entre 1% en juin et 75 % en avril. Pour le groupe C, les proportions ont varié entre 0,06 % en juin et 70 % en novembre. Le groupe LM est plus représenté entre juin (97 %) et juillet (72 %), tandis que la représentation de K est plus notée en octobre (49 %) et février (37 %). Les deux premiers groupes (S1 et C) ont été plus représentés en saison sèche qu'en saison pluvieuse par contre les seconds (LM et K) ont plus été en saison pluvieuse qu'en saison sèche (Tableau XXX). Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les saisons (test t, $p > 0, 05$) au niveau des abondances de ces groupes fonctionnels.

Au niveau du lac Buyo (Figure 54), les proportions du groupe LM ont varié de 2 % en août à 99 % en octobre. Le groupe C a été plus représenté en février (76 %) et en août (54 %). Pour le groupe S1, la représentation était forte en décembre (32 %) et en novembre (29 %). Les groupes LM et C ont été très abondants en saison pluvieuse par contre le groupe S1 a plus été présent en saison sèche (Tableau XXXI). Aucune différence significative n'a été observée entre les saisons (test t, $p > 0, 05$) au niveau des abondances de ces groupes fonctionnels.

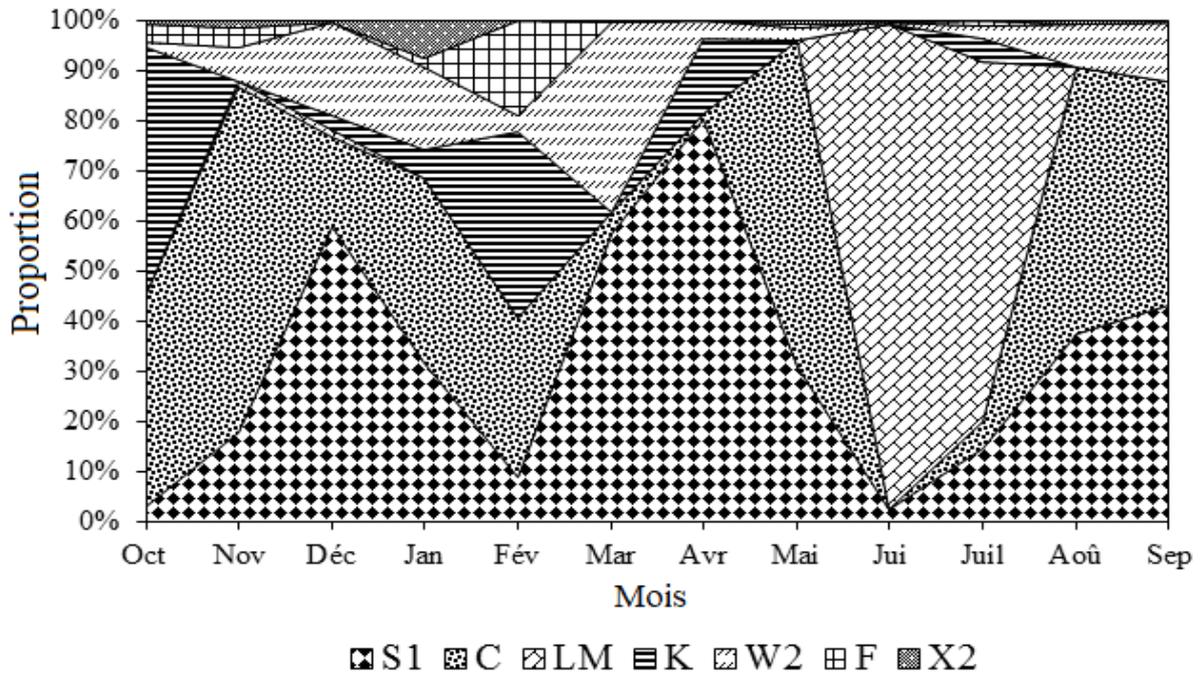


Figure 55 : Variations mensuelles des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Dohou.

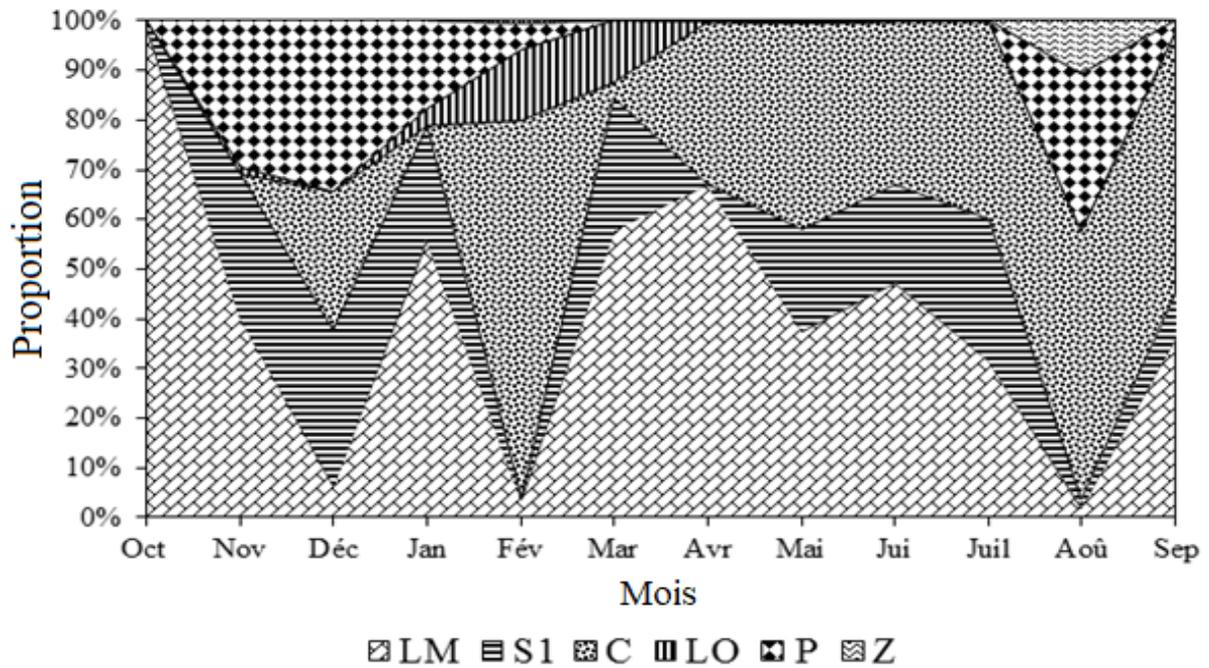


Figure 56 : Variations mensuelles des groupes fonctionnels de la communauté phytoplanctonique du lac Buyo.

Tableau XXXV : Variations des moyennes saisonnières des groupes fonctionnels du peuplement phytoplanctonique du lac Dohou.

Lac	Groupes fonctionnels	Saisons sèche	Saisons pluvieuse	Significativité
Lac Dohou	S1	35 %	30 %	$p > 0,05$
	C	32 %	30 %	$p > 0,05$
	LM	0 %	24 %	$p > 0,05$
	K	9 %	10 %	$p > 0,05$
	W2	17 %	5 %	$p > 0,05$
	F	5 %	1 %	$p > 0,05$
	X2	2 %	0 %	$p > 0,05$

S1, C, LM, K, W2, F, X2 : groupes fonctionnels

Tableau XXXVI : Variations des moyennes saisonnières des groupes fonctionnels du peuplement phytoplanctonique du lac Buyo.

Milieu	Groupes fonctionnels	Saison sèche	Saison pluvieuse	Significativité
Lac Buyo	LM	33 %	46 %	$p > 0,05$
	C	21 %	36 %	$p > 0,05$
	S1	22 %	12 %	$p > 0,05$
	LO	7 %	0 %	$p > 0,05$
	P	17 %	5 %	$p > 0,05$
	Z	0 %	1 %	$p > 0,05$

S1, C, LM, K, LO, Z et P : groupes fonctionnels

3.4.2. Discussion

Les résultats obtenus à partir du système de classification trophique selon l'OCDE. (1982) et de l'indice phytoplanctonique lacustre (IP) donnent des informations relativement similaires sur le niveau trophique global et l'état écologique des lacs Dohou et Buyo. Ainsi, l'ensemble des stations des deux milieux est caractérisé par un état eutrophe. Rappelons que les deux lacs de par leur proximité des agglomérations et des activités anthropiques (agriculture, pêches, ...) aux quelles ceux-ci sont sujets, reçoivent les eaux chargées en matières organiques et en éléments nutritifs. Le relargage de la matière organique contribue également à la disponibilité des nutriments dans les eaux. Les apports nutritifs exogènes et endogènes excessifs seraient donc responsables de l'état eutrophe des eaux des lacs. En effet, sous l'action des nutriments, particulièrement l'azote et le phosphore provenant des eaux de lessivage des bassins versants et des produits utilisés par les populations riveraines (détergents pour vaisselle et lessive), les algues prolifèrent et s'accumulent après leur mort dans le fond des lacs. Les vases ainsi enrichies en matières organiques, se seraient accrues progressivement. Dans ces conditions se produit généralement un important déficit en oxygène dissous en profondeur. L'appauvrissement du milieu en oxygène dans ces eaux pourrait être dû à l'utilisation de l'oxygène pour l'oxydation ou la biodégradation de la matière organique. La désoxygénation s'accompagnant d'une accumulation en CO₂, il en résulte également une baisse des valeurs du pH (Dussart, 1966). Les statuts trophiques du lac Dohou et du lac Buyo sont conformes à ceux des lacs d'Ayamé, d'Adzopé et de Taabo respectivement caractérisés par Ouattara (2000), Adon (2006) et Grogga (2012).

Concernant les états écologiques, l'indice planctonique (IP) utilisés a montré des états écologiques moyens des eaux des lacs. Ces états écologiques seraient dus aux proportions relatives élevées des groupes de phytoplancton considérés comme des groupes indicateurs d'eutrophisation au quels sont attribués des coefficients de qualité élevés. Le nombre relatif d'individus représentant les différents groupes taxinomiques dans un échantillon de phytoplancton pourrait traduire les conditions écologiques du milieu. Cet état écologique découlerait du niveau de trophie des eaux étudiées. En effet, selon la DCE (2000), dans les lacs eutrophes, le nombre d'individu appartenant aux groupes liés à l'eutrophisation serait plus important que le nombre d'individus des groupes liés aux conditions oligotrophes.

La structure des assemblages d'espèces phytoplanctoniques à partir des espèces dominantes se caractérise par 7 groupes fonctionnels (S1, X2, LM, C, W2, F et K) dans le lac Dohou et 6 groupes fonctionnels (LM, S1, LO, C, P et Z) dans le lac Buyo. Parmi ces groupes fonctionnels,

04 groupes (C, S1, LM et K) dans le lac Dohou et 03 groupes (LM, C et S1) dans le lac Buyo ont été les plus dominants.

L'examen de la diversité fonctionnelle de la communauté phytoplanctonique, révèle que la plupart des taxons caractéristiques des groupes fonctionnels sont associés à des conditions d'eutrophisation. Les groupes les plus dominants (C, S1, LM et K) rassemblent des taxons qui sont tolérants en faibles teneur de nutriment, de carbone et dont la majorité des espèces se caractérisent par une faible luminosité. Le groupe fonctionnel S1 avec *Planktolyngbya limnetica* et *Pseudoanabaena limneticus* est fortement représenté respectivement dans les lacs Dohou (station D7) et Buyo (station G1) pendant la saison pluvieuse (février et août). Les densités élevées de S1 (*Planktolyngbya limnetica* et *Pseudoanabaena limneticus*) étaient principalement associées à une aux faibles valeurs de phosphore total. Selon Padisák *et al.* (2009), ces espèces principales du groupe sont des Cyanobacteria filamenteuses bien adaptées aux conditions de turbidité élevée. Bien que fréquemment trouvés dans les milieux mésotrophes à hyper-eutrophe (Delazari-Barroso *et al.*, 2007 ; Silva & Costa 2015), *Planktolyngbya limnetica* et *Pseudoanabaena limneticus* sont souvent compétitives dans des conditions de faibles valeurs de phosphore (Villena & Romo, 2003 ; Pinto & Becker, 2014).

Les groupes fonctionnels K et LM représentés respectivement par *Aphanocapsa conferta* et *Microcystis aeruginosa* sont également dominant au niveau des Cyanobacteria avec leurs optimums de croissance en octobre et juin. Les taxons de ce groupe comprennent de petites cyanobacteria coloniales non fixatrices d'azote. Blomqvist *et al.* (1994) ont signalé que les cyanobacteria non fixatrices de l'azote pouvaient dominer le phytoplancton dans des conditions de faible teneur en azote lorsque l'ammonium est encore présent dans l'eau. Les membres de ce groupe sont favorisés par les conditions dans lesquelles ces taxons pourraient bénéficier de la réserve nutritive des structures gélatineuses ainsi que par le rebondissement contre la sédimentation par une bonne régulation flottante (Reynolds *et al.*, 2002).

Le groupe fonctionnel C fortement représenté par *Asterionella formosa* a dominé les assemblages en novembre avec une forte colonisation de la station D2 du lac Dohou. Cependant dans le lac Buyo, ce groupe est plus représenté par *Aulacoseira ambigua* en janvier à la station G3. Les membres de ce groupe sont des espèces à croissance rapide (stratégie r) (Anneville *et al.*, 2002). Selon Chisholm (1992) et (Riegman *et al.*, 1998), les diatomées sont de bons compétiteurs dans les conditions de limitation en éléments nutritifs et de faible luminosité en présence de silice, ce qui justifierait la représentativité du groupe C.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au terme de cette étude, l'analyse des paramètres physicochimiques a révélé une absence de significativité intra lac. Cependant, excepté le pH, l'oxygène dissous, la profondeur, la conductivité, la transparence dont les trois premiers paramètres dans les deux lacs et les deux derniers dans le lac Dohou, les autres paramètres ont varié significativement entre les saisons. Les eaux des lacs sont acides avec des teneurs en oxygène dissous et des valeurs de transparence faibles. Des teneurs en sels nutritifs sont élevées et présentent la même gamme de variation dans les deux lacs.

L'inventaire taxinomique a permis de noter une communauté phytoplanctonique assez riche au sein des lacs Dohou et Buyo avec 449 taxons. La richesse spécifique au niveau du lac Dohou (372 taxons) est plus élevée que celle du lac Buyo (339 taxons). La communauté est composée par ordre d'importance des embranchements de Chlorophyta (52 %), Euglenophyta (20,5 %), Cyanobacteria (12 %), Bacillariophyta (11,5 %) et les autres embranchements (Pyrrhophyta, Chrysophyta et Xanthophyta) qui n'ont représenté que (4 %).

Du point de vue abondance, dans chacun des lacs, les fortes densités phytoplanctoniques sont observées pendant les mois de la saison sèche et les faibles au cours des mois de la saison pluvieuse. Par ailleurs, les densités mensuelles dans le lac Buyo sont plus élevées que celles du lac Dohou. Les densités phytoplanctoniques des deux lacs sont dominées par les d'individus de Cyanobacteria et de Bacillariophyta avec de forte contribution des espèces telles que *Planktolyngbya limnetica*, *Aphanocapsa conferta*, *Chroococcus minutus*, *Microcystis aeruginosa*, *Phormidium articulatum*, *Pseudanabaena limneticus*, *Synechococcus* sp., *Merismopedia tenuissima*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua* et sa variété *japonica*, *Aulacoseira granulata* et sa variété *angustissima*. Des similarités entre les différentes stations d'échantillonnage sont observées au niveau de la flore inventoriée dans chacun des lacs. Les nutriments semblent bien influencer positivement *Aulacoseira ambigua* et sa variété *japonica*, *Microcystis aeruginosa*, et *Synochococcus* sp. dans le Buyo. Au niveau du lac Dohou, les taxons influencés par ces paramètres sont *Microcystis aeruginosa*, *Planktolyngbya limnetica*, *Phormidium articulatum*, *Trachelomonas cylindrica* et *Trachelomonas volvocina*.

Au niveau de la biomasse chlorophyllienne, le lac Buyo est apparu plus productif que le lac Dohou. La variation saisonnière est significative seulement que dans le lac Dohou. La tendance dans la variation saisonnière de la biomasse chlorophyllienne est différente de celle de la variation saisonnière de la densité phytoplanctonique. Les faibles valeurs de densité sont observées durant la saison des pluies, au moment où les valeurs de la biomasse chlorophyllienne sont élevées.

Pour la qualité écologique des milieux d'étude, l'ensemble des données phytoplanctoniques et physicochimiques a permis de révéler le caractère eutrophe du lac Dohou et le caractère eutrophe à hyper-eutrophe du lac Buyo. Ces statuts trophiques semblent correspondre aux états écologiques 'moyen' des stations de chacun des lacs excepté la station D7 du lac Dohou à partir des valeurs de l'indice planctonique (IP).

Les assemblages d'espèces phytoplanctoniques, à partir des espèces dominantes, se caractérisent par 7 groupes fonctionnels dans le lac Dohou dont 4 groupes dominants (C, S1, LM et K) et 6 groupes fonctionnels dans le lac Buyo dont 3 groupes dominants (LM, C et S1). La contribution de chacun des groupes dans les stations des deux lacs au cours du temps ne varie pas significativement. Au niveau du lac Dohou, le groupe C avec *Aulacoseira ambigua* domine plus la station D4, le groupe LM représenté par *Microcystis aeruginosa* domine plus la station D7. Quant au groupe S1 représenté par *Planktolyngbya limnetica*, domine les stations D4 et D5. Le groupe K avec particulièrement *Aphanocapsa conferta* domine la station D1. Les groupes K, S1, LM atteignent leurs optimums de croissances en saison pluvieuse et le groupe C est plus abondant en saison sèche. Concernant le lac Buyo, le groupe LM représenté par *Microcystis aeruginosa* domine plus les stations G7. Cependant le groupe C avec *Aulacoseira ambigua* domine plus la station G1. Le groupe S1 avec *Pseudanabaena limneticus* domine la station G7. Les groupes LM, S1 et C, atteignent leurs optimums de croissances en saison sèche. Cette étude a permis l'acquisition de bases de données scientifiques sur des lacs Dohou et Buyo à partir de la composition, de la structure de la communauté phytoplanctonique et de la qualité écologique. La connaissance sur la qualité écologique des lacs pourra permettre aux autorités d'entrevoir une politique de gestion rationnelle par la sensibilisation de la population au potentiel risque sanitaire auquel elle est exposée. Un suivi de la population phytoplanctonique reste indispensable au sein de ces plans d'eaux à partir des tests de toxicité simples par voie chimique ou immunologique afin d'éviter des intoxications humaines dues aux cyanotoxines.

REFERENCES

- Abidi M., Ben Amor R. & Gueddari M. (2014). Géochimie des éléments nutritifs dans les eaux de la lagune Sud de Tunis. *Revue internationale de Géologie, Géographie et d'écologie Tropicale*, 38(2) : 317 - 324.
- Adjahouinou D.C., Liady N.D. & Fiogbe E.D. (2012). Diversité phytoplanctonique et niveau de pollution des eaux du collecteur de Dantokpa (Cotonou-Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6(5) : 1938 – 1949
- Adon M.P. (2006). Etat de trophie de la retenue d'alimentation en eau potable de la ville d'Adzopé (Côte d'Ivoire). Mémoire de DEA, Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire), 55 p.
- Adon M.P., Ouattara A. & Gourene G. (2014). Variability of phytoplankton community in a shallow tropical reservoir (Adzopé, Côte d'Ivoire). *Asian academic research journal of multidisciplinary*, 1(20) : 2319 - 2801.
- Adon M.P. (2013). Variations spatiale et saisonnière du phytoplancton de la retenue d'eau d'Adzopé. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 143 p.
- Adon M.P., Niamien - Ebrottie J.E., Konan K.F., Azah C.N., Ouattara A. & Gourene G. (2017). Qualité des eaux du Bandama-blanc (Côte d'Ivoire) et de ses affluents soumis à de fortes activités anthropiques à partir de la microflore algale. *Agronomie Africaine*, 29(2) : 159 - 175.
- Adon M.P., Ouattara A. & Gourène G. (2012). Limnological characteristics inferred from physical-chemical patterns of a tropical shallow reservoir (Adzopé, Côte d'Ivoire). *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(2): 262 - 270.
- Adou Y.E., Blahoua K.G., Gogbé Z.M. & N'Douba V. (2018). Caractérisation physico-chimique des eaux d'un lac situé entre deux barrages hydroélectriques : Ayamé 2 (Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Reseach*, 149(4) : 451 - 461.
- Afssa/Afsset. (2006). Évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives. Rapport commun sur les risques sanitaires liés à la présence de cyanobactéries dans l'eau, 232 p.
- Aliaume C., Lasserre G. & Louis M. (1990). Organisation spatiale des peuplements ichtyologiques des herbiers à Thalassia du Grand Cul-de-sac Marin en Guadeloupe. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 23 : 231 - 250.

- Amanieu M. & Lasserre G. (1982). Organisation et évolution des peuplements lagunaires. Acte de Symposium international sur les SCOIIABO/UNESCO, (Bordeaux, France), *Oceanologica Acta*, pp 201 - 213.
- Amri S. (2008). Dynamique mensuelle du phytoplancton dans le lac Oubeira et le lac Noir «Parc National EL-Kala». Magister en Microbiologie Moleculaire, Faculté des Sciences, Département de Biochimie, Université Badji Mokhtar Annaba (El-Kala, Algérie), 94 p.
- Anagnostidis K. & Komárek J. (1988). Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Algological Studies*, 50(53) : 291 - 302.
- Angelier E. (2000). Ecologie des eaux courantes. Editions Technique & Documentation, 199 p.
- Anneville O., Ginot V., Druart J.C. & Angeli N. (2002). Long-term study (1974-1998) of seasonal changes in the phytoplankton in Lake Geneva: a multi-table approach. *Journal of Plankton Research*, 24: 993 - 1007.
- Anneville O., Kaiblinger C., Tadonléléké R.D., Druart J.C. & Dokulil M.T. (2008). Contribution of Long-Term Monitoring to the European Water Framework Directive Implementation. Proceedings of Taal 2007: The 12th World Lake Conference, pp 1122 - 1131.
- Anonyme (2019). Découverte de la région du Haut-Sassandra. Assemblée des régions et district de côte d'Ivoire (ARDCI). <http://www.ardci-rd.org/index.php/vie-desregions/haut-sassandra> (consulté le 15/03/2019).
- 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.
- Azam F. & Malfatti F. (2007). Microbial Structuring of marine ecosystems. *Nature Reviews Microbiology*, 5 : 782 - 791.
- Ba N. (2006). La communauté phytoplanctonique du lac Guiers (Sénégal): types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Faculté des Sciences et Techniques Département de Biologie Végétale, Université Cheikh Anta Diop (Dakar, Sénégal), 155 p.
- Baillot S. (2013). Utilisation des groupes morpho-fonctionnels du phytoplancton pour le diagnostic écologique des plans d'eau du bassin loire bretagne. Mémoire en Sciences de l'environnement. Ecole Pratique des Hautes Études, 125 p.
- Barbe J, Lafont M., Mouthon M., Philippe M. (2003). Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau. CEMAGREF, (Lyon, France), 30 p.
- Behrenfeld M.J., Randerson J.T., McClain C.R., Feldman G.C., Los S.O., Tucker C.J.L Falkowski P.G., Field C.B., Frouin R., Esaias W.E., Kolber D.D. & Pollack N.H. (2001).

- Biospheric Primary Production During an ENSO Transition. *Journal Science*, 291: 2594 - 2597.
- Bengtsson J. (1998). Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 10(3): 191 - 199.
- Berman T. & Shteinman B. (1998). Phytoplankton development and turbulent mixing in Lake Kinneret. *Journal of Plankton Research*, 20: 709 - 726.
- Blais S. (2002). La problématique des cyanobactéries (algues bleu-vert) à la baie Missisquoi en 2001. *Agrosol*, 13 : 103 - 110.
- Blandin P., 1986. Bio-indicateurs et diagnostics des systèmes écologiques. *Bulletin d'Ecologie* 17 : 215 - 306.
- Blenckner T., Adrian R., Livingstone D.M., Jennings E., Weyhenmeyer G.A., George D.G., Jankowski T., Jarvinen M., Aonghusa C.N., Noges T., Straile D. & Teubner K. (2007). Large-scale climatic signature in lakes across Europe : a meta-analysis. *Global Change Biology*, 13 : 1314 - 1326.
- Blomqvist P., Peterson A & Hyenstrand P. (1994). Ammonium-nitrogen: a key regulatory factor causing dominance of non-nitrogen fixing Cyanobacteria in aquatic systems. *Archivfur Hydrobiologie*, 132 : 141 - 164.
- Bourrelly P. (1990). Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I : Les algues vertes. 2^{ème} édition, Société nouvelle des éditions Boubée, (Paris, France), pp 1 - 572.
- Bourrelly P. (1985). Les Algues d'eau douce. Tome III. Les Algues bleues et rouges : les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des éditions Boubée, (Paris, France), 606 p.
- Bourrelly P. (1981). Les algues d'eau douce. Initiation à la systematique. Tome II. Les algues jaunes et brunes : Chrysophycées, Phéophycées, Xantophycées et Diatomées. Société nouvelle des éditions Boubée, (Paris, France), 517 p.
- Bourrelly P. (1968). Les algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. Tome II. Les algues jaunes et brunes : Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Société nouvelle des éditions Boubée & Cie, (Paris, France), 438 p.
- Bourrelly P. (1966). Les algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. Tome I : Les algues vertes. Société nouvelle des éditions Boubée, (Paris, France), 511 p.
- Bouvy M., Ba N., Ka S., Sane S., Pagano M. & Arfi R. (2006). Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (Lake Guiers, Sénégal). *Aquatic Microbial Ecology*, 45: 147 - 161.

- Boyle T.P., Smillie G.M., Anderson J.C. & Beeson D.R. (1990). A sensitivity analysis of nine diversity and seven similarity indices. *Research Journal of the water pollution control federation*, 62: 749 - 762.
- Brosse S., Giraudel J.L. & Lek S. (2001). Utilization of non-supervised neural networks and principal component analysis to study fish assemblages. *Ecological Modelling*, 146 : 159 - 166.
- Brou Y.T. (2005). Climat, mutations socioéconomiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université des sciences et technologies de Lille, (Lille, France), 226 p.
- Canter-Lund H. & Lund J.W.G. (1995). Freshwater Algae: Their microscopic world explored. Biopress Limited, (Bristol, England), 360 p.
- Cardier M. (2016). Diversité des communautés phytoplanctoniques en relation avec les facteurs environnementaux en mer d'Iroise : approche par modélisation 3D. Thèse de Doctorat, Sciences de la terre et de l'univers, Université de Bretagne occidentale (Brest, France), 366 p.
- Cardinal C. (1981). Composition, évolution et structure des populations phytoplanctoniques du lac de Créteil abordées sous différents aspects. Thèse de Doctorat 3^{ème} Cycle, Université Pierre Marie et Curie-Paris VI, (Paris, France), 128 p.
- Carmichael W.W. (1992). Cyanobacteria secondary metabolites-the cyanotoxins. *Journal of applied bacteriology*, 72(6): 445 - 459.
- 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.
- Carmouze J.-P., Durand J.-R. & Lévêque C. (Eds) (1983). Lake Chad. *In: Ecology and Productivity of a Shallow Tropical Ecosystem*. Junk Publisher, The Hague, The Netherlands. *Monographiae Biologicae*, (Chad), 53, 575 p.
- Carpenter S.R., Craco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N. & Smith V.H. (1998). Non-point pollution of surface water with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8 (3) : 559 - 568.
- Carter J.R. & Denny P. (1982). Freshwater algae of Sierra Leone III. Bacillariophyceae: Part (i) Diatoms from the River Jong (Taia) at Njala. *In: Diatomaceae III*, Festschrift Niels

- Foged (Håkansson H. & Gerloff J., Eds.). Beihefte zur Nova hedwigia, Sierra Leone, 73: 281 - 331.
- Chessel D. & Mercier P. (1993). Couplage de triplets statistiques et liaisons espèces environnement. *In* : Biométrie et Environnement (Lebreton J.D. & Asselain B., Eds.), Masson, (Paris, France), pp 15 - 44.
- Chisholm S.W. (1992). Phytoplankton size. *In*: Primary production and biogeochemical cycles in the sea (Falkowski P.G, Woodhead A.D. & Vivirito K., Eds.). Springer, (Bostone, USA), pp 213 - 237.
- Chrétiennot-Dinet M.J. (1990). Chlorarachniophycees, chlorophycees, chrysophycees, cryptophycees, euglenophycees, eustigmatophycees, prasinophycees, prymnesiophycees, rhodophycees, et tribophycees. *In* : Atlas du phytoplancton marin (3) (Sournia A, Ed), édition du CNRS, (Paris, France), 261 p.
- Cocquyt C. (1998). Diatoms from the Northern Basin of Lake Tanganyika. *Bibliotheca Diatomologica*, 39, (Berlin, Germany), 276 p.
- Codd G.A., Brooks W.P., Lawton L.A. & Beattie K.A. (1989). Cyanobacterial toxins in European waters: occurrence, properties, problems and requirements. *In*: The Future for Water Quality in Europe (Wheller D, Richardson M.J. & Bridges J., Eds.), Pergamon Press, (Oxford, England), pp 211 - 220.
- Codd G.A.G.A., Azevedo S.M.F.O., Bagchi S.N., Burch M.D., Carmichael W.W., Harding W R., Kay K. & Utkilen H.C. (2005). CYANONET, A global network for cyanobacterial bloom and toxin risk management: Initial situation assessment and recommendations, IHP-VI, Technical Documents, Hydrology, 76, UNESCO, (Paris, France), 141 p.
- Colyer C.L., Kinkade C.S., Viskari P.J. & Landers J.P. (2005). Analysis of cyanobacterial pigments and proteins by electrophoretic and chromatographic methods. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 382 : 559 - 569.
- Compère P. (1989). Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. Tome 2. Pyrrophytes : Cryptophyceae, Dinophyceae ; Raphidophytes : Raphidophyceae ; Euglenophytes : Euglenophyceae. Jardin Botanique National de Belgique, (Meise, Belgique), 209 p.
- Compère P. (1986). Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. Tome 1. Cyanophyceae. Jardin Botanique National de Belgique, (Meise, Belgique), 120 p.
- Compère P. (1977). Algues de la région du lac Tchad. VII : Chlorophycophytes (3ième partie : Desrniidiées) (I). *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Hydrobiologie*, 11(2) : 77 - 177.

- Compère P. (1975). Algues de la région du lac Tchad. III : Rhodophycées, Euglénophycées, Cryptophycées, Dinophycées, Chrysophycées, Xanthophycées. *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Hydrobiologie*, 9(3) : 167 - 192.
- Compère P. (1974). Algues de la région du lac Tchad. II : Cyanophycées. *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Hydrobiologie*, 8(3/4) : 165-198.
- Cooke G.D., Welch E.B., Peterson S.A. & Nichols S.A. (2005). *Restoration and Management of Lakes and Reservoirs*. 3rd ed, Boca Raton, FL: CRC press, 591 p.
- Couté A. & Bernard C. (2001). Les cyanobactéries toxiques. *In* : Toxines d'algues dans l'alimentation (Frémy J.M. & Lassus P., Eds). Ifremer, (Brest, Biélorussie), pp 21 - 37.
- Couté A. & Chauveau O. (1994). Algae. *In*: Encyclopaedia Biospeologica I (Juberthine C. & Decu V., Eds.). Edition Société de Biopédologie, pp 371-380.
- Couté A. & Iltis A. (1981). Ultrastructure de la logette de *Trachelomonas* (Algae, Euglenophyta) récoltés en Côte d'Ivoire. *Revue Hydrobiologie Tropicale*, 14(2) : 115 - 133.
- Da K.P. (2007). Étude taxinomique du phytoplancton dulçaquicole des masses d'eau lenticules et lotiques de quelques sites au Sud de la Côte d'Ivoire, entre les fleuves Bandama et Bia : Apports de la microscopie électronique à balayage. Thèse de Doctorat d'État ès Sciences Naturelles. Université Nationale de Côte d'Ivoire, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 402 p.
- Daifi A & Saci L. (2019). Approche qualitative et quantitative du phytoplancton du lac Tonga (Parc National d'El Kal). Mémoire de Master en Sciences de la Nature et de la Vie, département d'écologie et génie de l'environnement, Université de Guelma, (Guelma, Algérie), 91 p.
- Da Fronseca C. (1968). Théorie de l'information et diversité spécifique. 2^{ème} série. Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle, 38, (Paris, France), pp 961 - 968.
- Daget J. (1979). Les modèles mathématiques en écologie. Éditions Masson, (Paris, France), 172 p.
- Dajoz R. (2000). Précis d'écologie. 7^{ème} éditions, Dunod, (Paris, France), 615 p.
- De Reviere B. (2003). Biologie et phylogénie des algues. Tome 2. Belin, (Paris, France), 255 p.
- DCE (2000). Directive 2000/60/CE du parlement et du conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, 32000L0060, adoptée le 23, pp 1-73.
- Delazari-Barroso A, Sant'anna C.L & Senna P.A.C. (2007). Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). *Hoehnea*, 34: 211-229.

- Desikachary T.V. (1959). Cyanophyta. Indian Council of Agriculture Research, (New Delhi, India), 689 p.
- Die K. (2006). Renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Daloa à partir du barrage de Buyo en Côte d'Ivoire. Mémoire de fin de formation, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, (Ouagadougou, Burkina-Faso), 77 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.
- Dussart B. (1966). Limnologie : L'étude des eaux continentales. Gauthier-Villars, (Paris, France), 676 p.
- Eguibeguy C. (2005). L'information au service du développement durable dans l'espace Francophone : L'exemple de la Méditerranée. Mémoire de DESS en Sciences de l'information et de la documentation Spécialisées, Institut National des Techniques de la Documentation, Conservatoire National des arts et Métiers, 129 p.
- Elber F. & Schanz F. (1989). The cause of change in the diversity and stability of phytoplankton communities in small lake. *Freshwater Biology*, 21: 237 - 251.
- Elser J.J. & Goldman C.R. (1991). Zooplankton effect on phytoplankton in lakes of contrasting trophic status. *Limnology and Oceanography*, 36 : 64 - 90.
- Etien & Arfi. (1996). Macrophytes aquatiques dans les eaux continentales ivoiriennes. Archives scientifiques du Centre de Recherche Océanologique (CRO), (Abidjan, Côte d'Ivoire), XV(2) : 3 - 8.
- Ettl H. (1978). Xanthophyceae. *In: Süßwasserflora Von Mitteleuropa* (Ettl H, Gerloff J & Heynig H, Eds). Gustav Fisher Verlag, (Stuttgart, Germany), pp 1-530.
- Fängstrom I. & Willèn E. (1987). Clustering and canonical correspondance analysis of phytoplankton and environmental variables in Swedish lakes. *Vegetation*, 71 : 87 - 95.
- Feki S.W. (2013). Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations phytoplanktoniques observées dans le réseau national de surveillance du phytoplankton dans le golfe de Gabés. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences à université de Sfax (Sfax, Tunisie), 375 p.
- Feret T. & Laplace-Treyture C. (2013). « IPLAC : L'indice Phytoplankton Lacustre : Méthode de développement, description et application nationale. Rapport final » Irstea Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux, (Bordeaux, France), 69 p.

- Fogg G.E., Stewart W.D.P., Fay P. & Walsby A.E. (1973). The blue-green algae. Academic Press, (London, England), 459 p.
- Förster K. (1964). Desmidiaceenaus Brasilien : Bahia, Goyaz, Piauhund Nord- Brasilien. *Acta Hydrobiologica, Hydrographica et Protistologica*, 22 (3 - 4) : 319 - 505.
- Fqih Berrada D., Berrada R., Benzekri A & Jabrey E. (2000). Evolution saisonnière des peuplements phytoplantoniques dans la lac-reservoir El Kansera (Maroc), en relation avec les paramètres abiotiques. *Hydroécologie appliquée*, 1 - 2 : 207 - 231.
- Frémy J.M. & Lassus P. (2001). Toxines d'algues dans l'alimentation. Éditions Quae, (Paris, France), 553 p.
- Garnier E., Laurent G., Bellmann A., Debain S., Berthelie P., Ducout B., Roumet C. & Navas M.L. (2001). Consistency of species ranking based on functional leaf traits, *New phytologist*, 152(1): 69 - 83.
- Ganf G.G., Heaney S.I. & Corry J. (1991). Light absorption and pigment content in natural populations and cultures of a non-gas vacuolate cyanobacterium *Oscillatoria bourrellyi* (= *Tychomema bourrellyi*). *Journal of Plankton Research*, 13: 1101 - 1121.
- Gballo B.M.B. (2019). Diversité et statut de conservation de l'ichtyofaune du lac de Buyo à Guessabo (Bassin du fleuve Sassandra) au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master en Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes, UFR-Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, (Daloa, Côte d'Ivoire), 36 p.
- Germain H. (1981). Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres. Société nouvelle des éditions Boubée, (Paris, France), 444 p.
- Girard G., Sircoulon J. & Touchebeuf D.L.P (1970). Aperçu sur les régimes hydrologique de Côte d'Ivoire. Office de la Recherche Scientifique et Technique D'outre-Mer (O.R.S.T.O.M), Service Central hydrologique, (Paris, France), 60 p.
- González A & Descamps-Julien B. (2004). Population and community variability in randomly fluctuating environments. *Oikos*, 106 : 105 - 116.
- Gorenflot R. & Guern M., (1989). Organisation et biologie des Thallophytes. Doin édition, (Paris, France), pp 196-201.
- Gray J.S., Clarke K.R., Warwick R.M. & Hobbs G. (1990). Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. *Marine Ecology - Progress Series*, 66: 285 - 299.

- Gray J.S. & Pearson T.H. (1982). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. Comparative methodology. *Marine Ecology - Progress Series*, 9: 111 - 119.
- Grobe H. (2006). Biological and physical pumps of carbon dioxide. http://Commons.Wikimedia.org/wiki/File:Co2_pump_hg.png. (Consulté le 27 juillet 2020).
- Grobbelaar J.U. (1992). Nutrient versus physical factors determining the primary productivity of waters with inorganic turbidity. *Hydrobiologia*, 28 : 177 - 182.
- Groga N. (2012). Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Unité de recherche Ecologie Fonctionnelle et Environnement, Université de Toulouse, (Toulouse, France), 224 p.
- Groga N., Ouattara A., Da C.K.S., Dauta A., Beauchard O., Moreau J., Gourene G. & Laffaille P. (2012). Water quality and water-use conflicts in Lake Taabo (Ivory Coast). *Open Journal of Ecology* 2(1): 38 - 47.
- Groga N., Akedrin T.N, Komoé K., Thiegba K., Akaffou D.S. & Ouattara A (2017). Distribution spatio-saisonnière des cyanobactéries le long du cours d'eaux, la Lobo Haut-Sassandra (Daloa, Côte d'Ivoire), *Tropicultura*, 35 (4) : 288 - 299.
- Guiral D., Arfi R., Da K.P & Konan-Brou A.A. (1993). Communautés, biomasses et productions algales au sein d'un récif artificiel (acadja) en milieu lagunaire tropical. *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 26(3) : 219 - 228.
- Hays G.C., Richardson A.J. & Robinson C. (2005). Climate change and marine plankton. *Trends in Ecology & Evolution*, 20: 337 - 344.
- Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. (2001). Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologica Electronica*, 4(1): 1 - 9.
- Hansen G., Turquet J., Quod J.P., Ten Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M., Hurbungs M., Wawiye P., Ogongo B., Tunje S. & Rakotoarinjanahary H. (2001). Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean. *Manuals and Guides*, 41: 5 - 79.
- 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.
- Hecky R.E. & Kling H.J. (1981). The phytoplankton and protozooplankton of the euphotic zone of Lake Tanganyika: species composition, biomass, chlorophyll content and spatio-temporal distribution. *Limnology and Oceanography*, 26: 548 - 564.

- Henning M., Hertel H., Wall H. & Kohl J.G. (1991). Strain-specific influence of *Microcystis aeruginosa* on food ingestion and assimilation of some cladocerans and copepods. *International Review of Hydrobiology*, 76: 37 - 45.
- Houssou A.M., Agadjihouèdé H., Montchowui E., Bonou A.C. & Lalèyè P. (2015). Structure and seasonal dynamics of phytoplankton and zooplankton in Lake Azili, Small Lake of the pond of River Ouémé, Bénin. *International Journal of Aquatic Biology*, 3(3): 161 - 171.
- Iglesias-Rodriguez M.D., Schofield O.M., Batley J., Medlin L.K. & Hayes P.K. (2006). Intraspecific genetic diversity in the marine coccolithophore *Emiliania huxleyi* (Prymnesiophyceae): The use of microsatellite analysis in marine phytoplankton population studies. *Journal of phycology*, 42: 526 - 536.
- ILEC (1997). Water Issue and Global Warming, International Lake Environment Committee Fondation. http://www.ilec.or.jp/database/Global_warning_and_lakes.html. (Consulté le 23/07/2020)
- Iltis A. (1980). Les algues. In : Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne. Tome I (Durand J.R & Lévêque C., Eds). Éditions O.R.S.T.O.M., (Paris, France), pp 9 - 61.
- Issola Y., Kouassi A.M., Dongui B.K. & Biemi J. (2008). Caractérisation physicochimique d'une lagune côtière tropicale : lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Afrique Sciences*, 4(3) : 368 - 393.
- Kemka N., Njiné T., Zébazé-Togouet S. H., Niyitegeka D., Nola M., Monkiedje A., Demanou J. & Foto-Menbohan S. (2004). Phytoplankton of the Yaounde municipal lake (Cameroon) : ecological succession and population structure. *Revue des Sciences de l'Eau*, 17(3): 301 - 316.
- Koli B.Z. & Brou Y.T (1996). Le climat. Atlas de l'ouest de la Côte d'Ivoire. Institut de Géographie tropicale, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 16 - 17.
- Komárek J. & Anagnostidis K. (2005). Cyanoprokaryota 2. Teil : Oscillatoriales. In: Sübwasserflora von Mitteleuropa (Büdel B., Krienitz L., Gärtner G. & Schagerl M., Eds.), (Berlin, Germany), 19(2): 1 - 759.
- Komárek J. & Anagnostidis K. (1999). Cyanoprokaryota. 1. Teil : Chroococcales. In: Sübwasserflora von Mitteleuropa (Ettl H., Gärtner G., Heynig H. & Mollenhauer D., Eds.), (Berlin, Germany), 19(1): 1 - 548.

- Komárek J. & Anagnostidis K. (1989). Modern approach to the classification system of cyanophytes 4-Nostocales. *Algological Studies*, 56: 247 - 345.
- Komárek J & Fott B. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chroococcales. Das Phytoplankton des Sübwassers (Huber-Pestalozzi G., Ed.), (Stuttgart, Germany), 7(1): 1 - 1044.
- Konan K.S, Kouakou K.B., Ohou M.J., Konan K.F. & Dongui B.K. (2017). Variation saisonnière des paramètres abiotiques de la lagune Aghien (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 120: 12042 - 12052.
- Korfali I.S & Davies E.B. (2003). A comparison of metals in sediments and water in the river Nahr-Ibrahim, Lebanon: 1996 - 1999. *Environmental Geochemistry and health*, 25(1): 41 - 50.
- Kortatsi B.K. (2007). Hydrogeochemical framework of groundwater in the Ankora Bassin, Ghana. *Aquatic Geochemistry*, 13(1): 41 - 74.
- Kouadio K.A. (2019). Diversité taxonomique des macro-invertébrés et évaluation de la qualité écologique du Lac Dohou (Duékoué ; Ouest de la Côte D'Ivoire). Mémoire de Master en Production Aquacole et Protection de l'Environnement, UFR-Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 55 p.
- Kouamé A.H. (2019). Structure du peuplement des macro-invertébrés du lac de Buyo a Guéssabo (Bassin du fleuve Sassandra, Côte D'Ivoire). Mémoire de Master en Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 46 p.
- Kouamé K.B., Konan K.S, Attoungbre K.S., Konan K.F., Boussou K.C. & Kouamé K.M. (2019). Qualitative assessment and typology of the water resource used for the production of drinking water in Duékoué, western Côte d'Ivoire. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 7 : 212 - 231.
- Kouamé K.M., Ouattara A., Dietoa Y.M. & Gourène G. (2006). Aliment du *Clupeidae Pellonula leonensis* dans le lac de barrage Buyo (Côte d'Ivoire). *International Journal of ichthyology*, 30(2) : 145 - 150.
- Kouassi M.A., Ahoussi E.K., Koffi B.Y., Ake Y.A. & Biemi J. (2012). Caractérisation hydrogéochimique des eaux des aquifères fissurés de la zone Guiglo-Duékoué (Ouest de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(1) : 504 - 518.

- Kra K.S. (2016). Le développement de la pêche en Côte d'Ivoire : le cas de la pêche continentale dans la sous-préfecture de Guessabo. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 1 : 37 - 45.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1991). Bacillariophyceae. 3. Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *In: Sübwasserflora von Mitteleuropa 2/2* (Ettl H., Gerloff J., Heynig H & Mollenhauer D., Eds.), Gustav Fisher Verlag, 576 p.
- Kruk C., Huszar V.L.M., Peeters E.T.H.M., Bonilla S., Costa L., Lüring M., Reynolds C.S. & Scheffler M. (2010). A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater Biology*, 55: 614 - 627.
- Labroue L., Capblancq J. & Dauta A. (1995). Cycle des nutriments : l'azote et le phosphore. *In : Limnologie Générale* (Pourriot R. & Meybeck M., Eds.). Masson, (Paris, France), pp 727 - 764.
- Lampert W. (1987). Laboratory studies on zooplankton-cyanobacteria interactions. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 21: 483 - 490
- Landsberg J.H (2002). The effects of harmful algae bloom on aquatic organisms. *Review in Fisheries Sciences*, 10: 113 - 390.
- Lasm T., Yao K.T., Oga M.S., Kouame K.F., Jourda P., Kouadio K.E. & Baka D. (2008). Analysis of the physico-chemical characteristics of groundwater in proterozoic land region of the Tiassale area (Southern Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 20(3): 526 - 543.
- Larpent J.P. & Larpent-Gourgaud M. (1997). *Mémento technique de microbiologie*. 3^{ème} édition, (Paris, France), pp 245 - 246.
- Leitão M. & Couté A. (2005). *Guide pratique des Cyanobactéries planctoniques du Grand Ouest de la France*. Agence de l'Eau Seine-Normandie, (Normandie, France), 64 p.
- Lorenzen C.J. (1967). Determination of chlorophyll and pheopigments : Spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography*, 12 : 343 - 346.
- Lowe R.L. & Pan Y. (1996). "Benthic algal communities as biological monitors" *Algal ecology*. *In: freshwater benthic ecosystems* (Stevenson R.J., Bothwell M.L. & Lowe R.L., Eds.). Academic Press, San Diego (California, U.S.A), pp 705 - 739.
- Magurran A E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey (United states of America), 179 p.

- Mambo V., Tidou A.S., Yapo O.B. & Ohouenou P. (2001). Evaluation de l'état trophique de Buyo (Côte d'Ivoire) : aspects physico-chimiques et biologiques. *Journal de la Société Ouest - Africaine de Chimie*, 11 : 95 - 135.
- Mann D.G & Droop S.J.M. (1996). Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms. *Hydrobiologia*, 336 : 1 - 695.
- Maria L.L (2010). Patrons de distribution et de diversité du phytoplancton lacustre. Thèse de Doctorat, Département des sciences biologique, Université du Québec (Québec, Canada), 126 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.
- Mooij M.W., Hulsmann S., De Senerpont Domis N.L, Nolet A.B., Bodelier E.L.P., Boers M.C. P., Dionisio Pires M.L., Gons J.H., Ibelings W.B., Noordhuis R., Portielje R., Wolfstein K. & Lammens R.R.H.E. (2005). The impact of climate change on lakes in the Netherlands: a review. *Aquatic Ecology*, 39 : 381 - 400.
- Mouelhi S. (2000). Etude écologique de la retenue de Sidi Salem : Aspects physicochimiques des eaux et dynamique des peuplements zooplanctoniques. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Mathématiques, Physiques et Naturelles, Université de Tunis II (Tunis, Tunisie), 259 p.
- Mur L.R., Skumberg O.M. & Utkilen H. (1999). Cyanobacteria in the Environment. *In: Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public Health consequences, monitoring and management* (Chorus I. & Bartram J., Eds.), WHO Ed. E & FN SPON, (London, England), pp 41-111.
- Naselli-Flores L. (2000). Phytoplankton assemblages in twenty-one Sicilian reservoirs: relationships between species composition and environmental factors. *Hydrobiologia*, 424: 1 - 11.
- Nicholls K.H. (1995). Chrysophytes bloom in the plankton and neuston of marine and freshwater systems. *In: Chrysophytes algae: Ecology, phylogeny and development* (Sandgren C.D., Smol J.P. & Kristiansen J., Eds.), Cambridge University Press, (Cambridge, USA), pp 181 - 216
- Not F., Valentin K., Romari K., Lovejoy C., Massana R., Tobe K., Vaultot D. & Medlin L.K. (2007). Picobiliphytes: A marine picoplanktonic algal group with unknown affinities to other eukaryotes. *Sciences*, 5809: 253 - 255.

- Nozaki H. (2003). Flagellated Green Algae. *In: Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* (Wehr J.D & Sheath R.G., Eds.). Academic Press, (California, USA), pp 225 - 252.
- OCDE (1982). Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. OCDE & Washington D.C, (Paris, France), 154 p.
- Oliver R.L. & Ganf G.G. (2000). Freshwater blooms. *In: The Ecology of Cyanobacteria - Their Diversity in Time and Space* (Whitton B.A. & Potts M., Eds.). Kluwer Academic Publishers, (Dordrecht, Holland), pp 149 - 194.
- Ouattara A. (2000). Premières données systématiques et écologiques du phytoplancton du lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Katholieke Universiteit Leuven, (Leuven, Belgique), 207 p.
- Ouattara A., Podoor N. & Gourène G. (2001). Études préliminaires de la distribution spatio-temporelle du phytoplancton dans un système fluvio-lacustre africain (Bassin Bia ; Côte d'Ivoire), *Hydroécologie Appliquée*, 13 : 113 - 132.
- Ott D.W. & Oldham-Ott C.K. (2003). Eustigmatophyte, Raphidophyte and Tribophyte Algae. *In: Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* (Wehr, J.D. & Sheath R.G., Eds.). Academic Press, San Diego (Californie, USA), pp 423 - 469.
- Ossey B.Y., Mambo V., Abiba S.T. & Houenou P.V. (2008). Etude analytique des caractéristiques chimiques d'un lac Eutrophe en milieu tropical : la conductivité comme indicateur de trophie du lac Buyo (Côte d'Ivoire). *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 25 : 87 - 108.
- Padisák J., Grigorszky I., Borics G. & Soroczki-pinter E. (2006). Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: The assemblage index. *Hydrobiologia*, 553: 1 - 14.
- Padisák J, Crossetti L.O & Naselli-Flores L. (2009). Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621: 1 - 19.
- Palmer M. (1993). Putting things in even better order: The advantages of canonical correspondence analysis, *Ecology*, 74 (8): 2215 - 2230.
- Philipose M.T. (1967). Chlorococcales. ICAR Indian Council of Agricultural Reseach, (New Delhi, India), 174 p.
- Pierre J.F. (2001). Catalogue des algues (du Nord -Est de la France et des régions attenantes 1959 - 2001). Bulletin de l'académie lorraine des sciences, (Nancy, France), pp 45 - 46.

- Pinel-Alloul B., Mazumder A., Lacroix G. & Lazzaro X. (1998). Lake trophic food webs: structure, function, interactions and spatio-temporal variations. *Revue des Sciences de l'Eau*, n° special, pp 163 - 197.
- Pinto T.D.S & Becker V. (2014). Diel dynamic of phytoplankton functional groups in a tropical water supply, Extremoz Lake, northeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26(4): 356 - 366.
- Poirier A.G. (2013). Vulnérabilité des puits de carbone océanique par rapport à l'acidification des océans. Mémoire de Maitre en Biologie, Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke (Quebec, Canada), 113 p.
- Prescott L.M., Harley J.P. & Klein D.A. (2003). Microbiologie, 2ème édition française. Editions De Boeck Université, (Bruxelles, Belgique), 1137 p.
- Prygiel J. & Coste M. (2000). Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées. Agences de l'Eau, Ministère de l'aménagement du territoire et l'environnement, Cemagref, (Bordeaux, France), 134 p.
- Rabeni C F. (2000). "Evaluating physical habitat integrity in relation to the biological potential of stream". *Hydrobiologia*, 422 - 423: 245 - 256.
- Reynolds C.S. (2006). The Ecology of Phytoplankton. Cambridge University Press, (Cambridge, England), 552 p.
- Reynolds C.S. (1998). What factors 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.
- Reynolds C.S. (1984). The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press (Cambridge, England), 384 p.
- Reynolds C.S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L. & Melo S. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24: 417 - 428.
- Riegman R., Flameling I.A. & Noordeloos A.A.M. (1998). Size-fractionated uptake of ammonium, nitrate and urea and phytoplankton growth in the North Sea during spring 1994. *Marine Ecology Progress Series*, 173 : 85 - 94.
- Rondel C., Arfi R., Corbin D., Le Bihan F., Ndour E.H. & Lazzaro X. (2008). A cyanobacterial bloom prevents fish trophic cascades. *Freshwater Biology*, 53: 637 - 651.

- Saez A.G., Zaldivar-Riveron A. & Medlin L.K. (2008). Molecular systematics of the Pleurochrysidaceae, a family of coastal coccolithophores (Haptophyta). *Journal of Plankton Research*, 30: 559 - 566.
- Sangne Y.C., Akoua D.K., Kobenan P.N., Bruno K. & Yao S.S.B. (2019). Evaluation du peuplement du phytoplancton dans les bassins d'une station d'épuration des eaux usées en milieu hospitalier (centre hospitalier régional de Daloa, Côte d'Ivoire), *Déchet sciences et techniques*, 81 : 43-53.
- Salla M. (2015). Taxinomie, composition et distribution spatio-saisonnaire du phytoplancton des rivières tropicales côtières Boubo et Mé (Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat, UFR-Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 215 p.
- Salmaso N., Morabito G., Buzzi F., Garibaldi L., Simona M. & Mosello R. (2006) : Phytoplankton as an indicator of the water quality of the deep lakes south of the Alps. *Hydrobiologia*, 563(1): 167 - 187.
- Salmaso N. & Padisák J. (2007) Morpho-Functional Groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). *Hydrobiologia*, 578: 97 - 112.
- Schagerl M. & Donabaum K. (2003). Patterns of major photosynthetic pigments in freshwater algae 1. Cyanoprokaryota, Rhodophyta and Cryptophyta. *Annales de Limnologie*, 39: 35 - 47.
- Schlumberger O. & Bouretz N. (2002). Réseaux trophiques et production piscicole en étangs fertilisés (Dordogne, France). *Revue des Sciences de l'Eau*, 15(1) : 177 - 192.
- Sevrin-Reyssac J. (1997). L'instabilité du phytoplancton et le phénomène des eaux claires dans les étangs de pisciculture. *Environmental and Experimental Botany*, 38 : 211 - 221.
- Sidibe F. (2012). Gestion durable des systemes d'assainissement des dechets solides et liquides du quartier Nazareth pour la protection du bas fond de N'zo à Guiglo dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master en Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, (Ouagadougou, Burkina Faso), 33p.
- Sheath R.G. & Wehr J.D. (2003). Freshwater Algae of North America. Ecology and classification. (California, U.S.A), 918 p.
- Silva A.P.C. & Costa I.A.S. (2015). Biomonitoring ecological status of two reservoirs of the Brazilian semi-arid using phytoplankton assemblages (Q index). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 27: 1 - 14.

- Skulberg O.M. (1996). Toxins produced by cyanophytes in Norwegian inland waters health and environment. *In: Chemical data as a basis of geomedical investigations* (Lag J., Ed.). (Oslo, Norwigia), pp 131 - 148.
- Smith V. (2003). Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems - A global problem. *Environmental Science and Pollution Research*, 10: 126 - 139.
- Sommer U. (1987). Factors controlling the seasonal variation in phytoplankton species composition. A case study for a deep, nutrient rich lake (Lake Constance). *Progress in Phycological Research*, 5: 122 - 178.
- Sournia A. (1986). Atlas du phytoplancton marin. Volume I : Cyanophycées, Dictyophycées, Dinophycées, Raphidophycées. Edition CNRS, (Paris, France), 219 p.
- Spaulding S. A., Lubinski D. & Potapova M. (2010). Diatoms of the United States. Boulder, University of Colorado, (Colorado, America), pp 193 - 202.
- Starmach K. (1985). Chrysophyceae und Haptophyceae. *In: Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, (Stuttgart, Germany), 515 p.
- Talling J.F. (1986). The seasonality of phytoplankton in African lakes. *Hydrobiologia*, 138: 139 - 160
- Talling J.F. & Lemoalle J. (1998). Resource utilization and biological production primary utilization: energy. *In: Ecological dynamics of tropical inland waters* (Talling J.F. & Lemoalle J., Eds.). Cambridge University Press, (Cambridge, England), pp. 82 - 117.
- TerBraak C.J.F. (1987). The analysis of vegetation – environment relationship by canonical correspondance analysis. *Vegetatio*, 69: 69 - 77.
- TerBraak C.J.F. & Smilauer P. (2002). CANOCO Reference manuel and canoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power.
- Thienemann A. (1955). Die Binnengewässer. Einzeldarstellungenaus der Limnologie und ihrenNachbargebieten. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Eulenophyceen. Schweizerbart'scheVerlag E., (Stuttgart, Deutschland), 16(4): 1 - 404.
- Thienemann A. (1950). Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie von G. Huber-Pestalozzi. Cryptophyceen, Chloromonaden, Peridineen. Schweizerbart'scheVerlag E., (Stuttgart, Deutschland), 16(3): 1 - 310.
- 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. *Fresh water Biology*, 45: 43 - 56.

- Tian R.C., Vézina A.F., Legendre L., Ingram R.G., Klein B., Packard T., Roy S., Savenkoff C., Silverberg N., Therriault J.C. & Tremblay J.E. (2000). Effects of pelagic food-web interactions and nutrient remineralization on the biogeochemical cycling of carbon: a modeling approach. Deep-sea research. Part II, *Tropical studies in oceanography*, 47(3 - 4): 637 - 662.
- Traoré K. (1977). Premières données sur les facteurs du milieu et sur la production primaire du lac Kossou. Thèse de Doctorat 3ème Cycle, FA.S.T., Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan (Côte d'Ivoire), 106 p.
- Turki S. (2002). Contribution à l'étude bio-écologique des rotifères, cladocères, copépodes des eaux continentales tunisiennes et dynamique saisonnière du zooplancton de la retenue de barrage Bir M'chergua. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université de Tunis El Manar, (Tunis, Tunisie), 225 p.
- Uherkovich G. (1995). A Scenedesmuszöldalga-nemzetség (Chlorococcales, Chlorophyceae) különöstekintettel Magyarország-élelmiszer-fordulás-taxonjaira. Magyar Algológiai Társaság, Budapest, 266 p.
- Utermöhl H. (1958). Zur Ver vollkommnung der quantitativen Phytoplankton-methodik. *Internationale Vereinigung Fuertheoretische Undeangewandte Limnologie*, 9: 1 - 39.
- Villena M.J & Romo S. (2003). Phytoplankton changes in a shallow Mediterranean lake (Albufera of Valencia, Spain) after sewage diversion. *Hydrobiologia*, 506: 281 - 287.
- Warwick R.M. & Clarke K.R. (1991). A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 71(1): 225 - 244.
- Washington H.G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18: 635 - 694.
- Wetzel R.G. (2001). *Limnology: Lake and Rivers Ecosystems*. 3rd Edition. Academic Press (San Diego, USA), 1006 p.
- Wetzel R.G. & Likens G.E. (2000). *Limnological Analyses*. 3rd eds. Springer Science & Business Media, (New York, USA), 429 p.
- Wolfram G. & Dokulil M. (2007). Leitfaden zur erhebung der biologischen qualitatselemente. Teil B2 - Phytoplankton. (Lebensministerium, Australia), pp 1 - 50.
- Wondie A., Mengistu S., Vijverberg J. & Dejen E. (2007). Seasonal variation in primary production of a large high-altitude tropical lake (Lake Tana, Ethiopia): effect of nutrient availability and water transparency. *Aquatic Ecology*, 41: 195 - 207.

Yoder C.O. (1995). Policy issues and management application for biological criteria, *In: Biological Assessment and Criteria, Tool for Water Resource Planning and Decision Making* (Davis W.S. & Simon T.P., Eds.), Lewis publishers, pp 327 - 343.

ANNEXES

Annexe 1: Planches des différents taxons inventoriés dans les stations des lacs étudiés.

PLANCHE I

- 1) *Synechocystis aquatilis* (D cel : 3-5 μm)
- 2) *Synechococcus* sp. (L : 2-8 μm ; l: 1-3 μm)
- 3) *Aphanocapsa conferta* (D cel : 3-5 μm)
- 4) *Aphanocapsa delicatissima* (D cel : 2-3 μm)
- 5) *Aphanocapsa incerta* (D col : 20 μm)
- 6) *Aphanocapsa grevilli* (D cel : 2-3 μm)
- 7) *Aphanocapsa* sp. (D cel : 1,7-3 μm)
- 8) *Merismopedia elegans* (D cel : 5-6 μm)
- 9) *Merismopedia glauca* (D cel : 4-8 μm)
- 10) *Merismopedia punctata* (D cel : 2-3 μm)
- 11) *Merismopedia tenuissima* (D cel : 1,3 μm)
- 12) *Coelosphaerium evidenter-marginatum* (D cel : 7-12 μm)
- 13) *Coelosphaerium kuetzingianum* (D cel : 6-8 μm)
- 14) *Coelosphaerium* sp. (D cel : 4-6 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

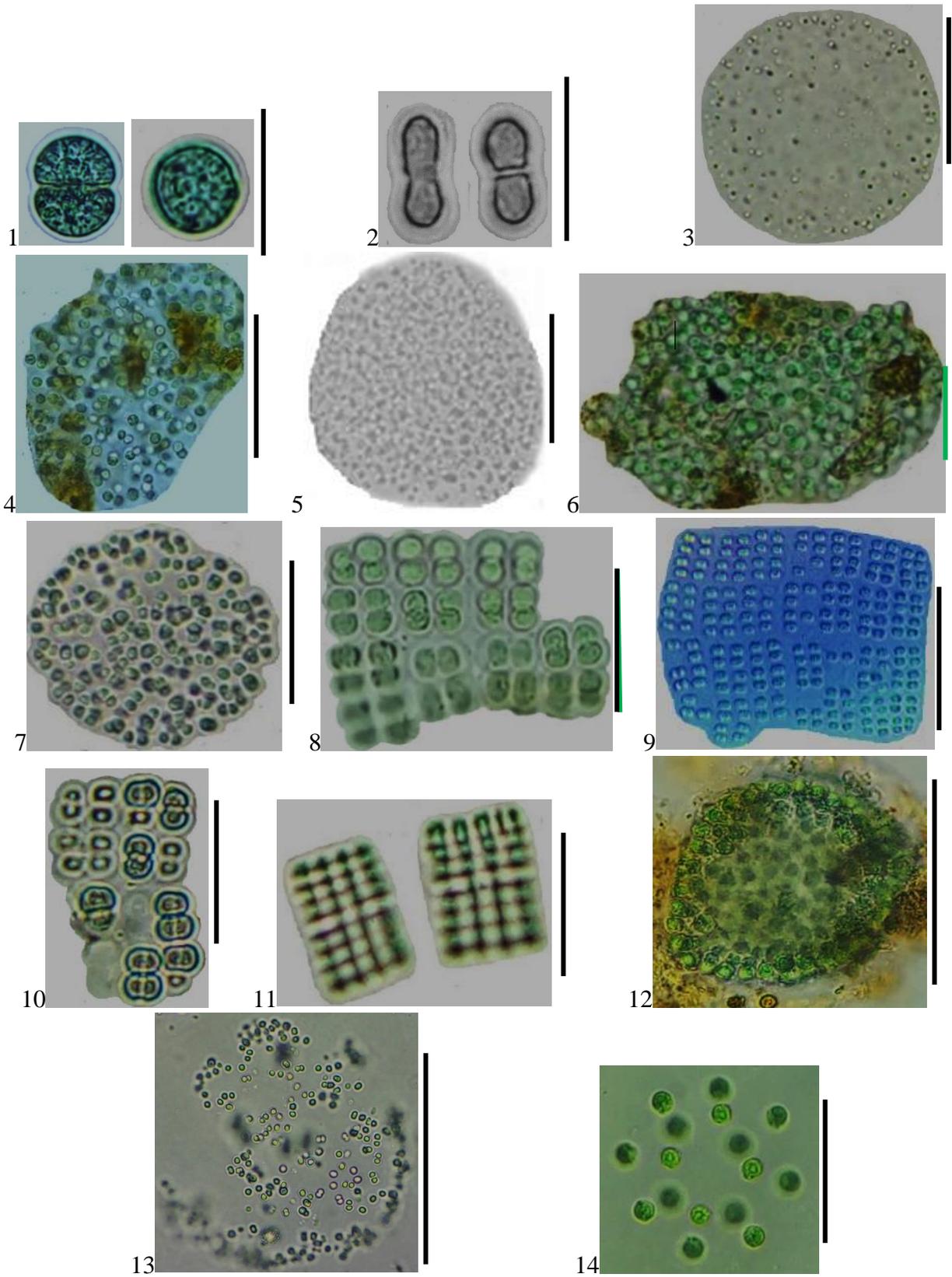


PLANCHE II

- 15a – 15b) *Pseudanabaena catenata* (L : 6-8 μm ; l : 2-4 μm)
16) *Pseudanabaena* cf. *limneticus* (D cel : 2 x 6 μm)
17) *Chroococcus* cf. *aphanocapsoides* (D cel : 2-3 μm)
18) *Chroococcus dispersus* (D cel : 3-5 μm)
19) *Chroococcus limneticus* (D cel : 5-6 μm)
20) *Chroococcus minor* (D cel : 1,5-2 μm)
21) *Chroococcus minutus* (D cel : 3-4 μm),
22) *Chroococcus turgidus* (D cel : 18-24 μm)
23) *Microcystis aeruginosa* (D cel : 3-5 μm)
24) *Microcystis densa* (D cel : 2-4 μm)
25) *Microcystis flos-aquae* (D cel : 5-7 μm)
26) *Microcystis wesenbergii* (D cel : 5-6 μm)
27) *Microcystis* sp.1 (D cel : 2,5-3,5 μm)
28) *Microcystis* sp.2 (D cel : 2-3 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

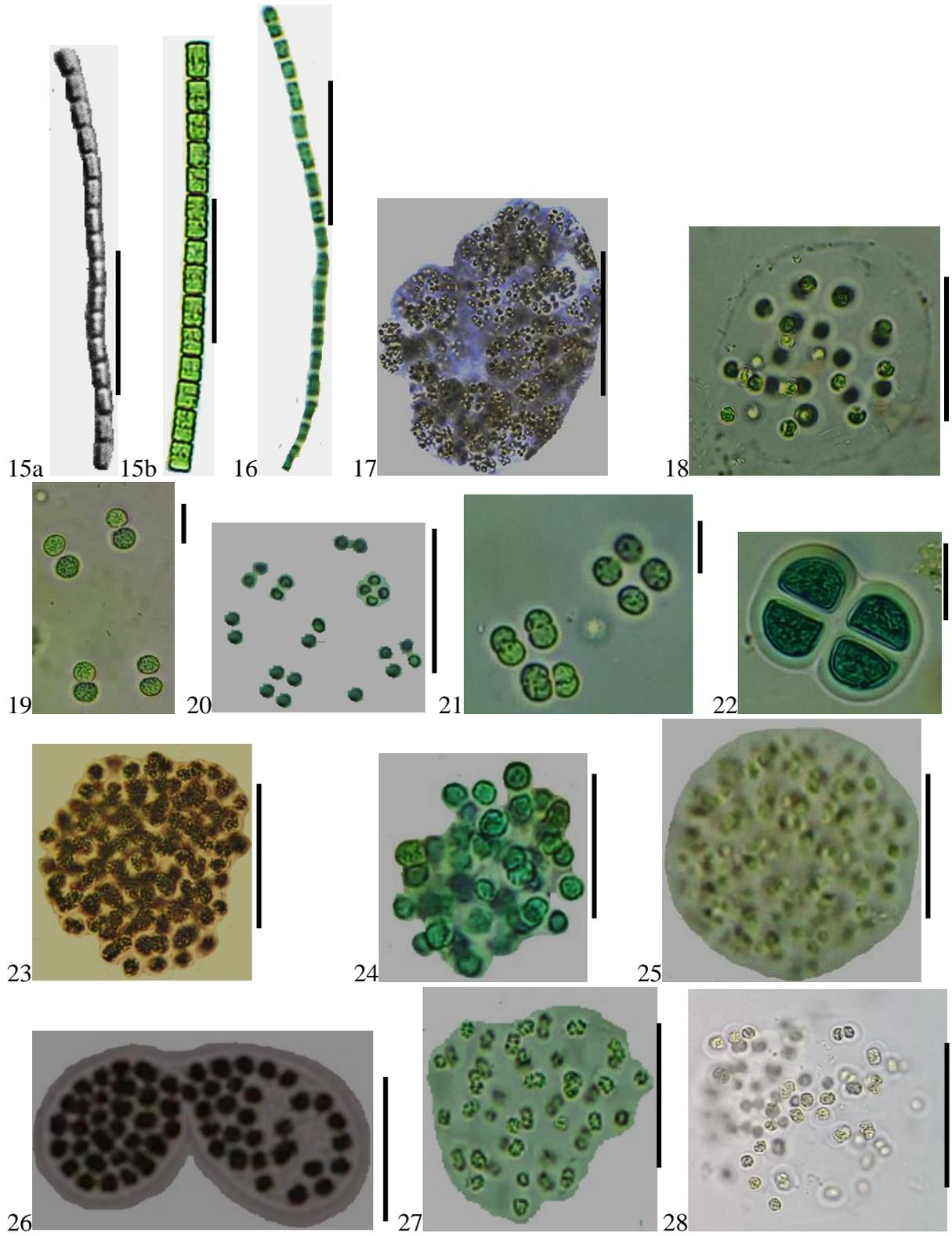


PLANCHE III

- 29) *Coelomoron* sp. (D cel : 3-4 μm)
- 30) *Gomphosphaeria aponina* (L : 7-12 μm ; l : 4-10 μm)
- 31) *Gomphosphaeria* sp. (L : 6-11 μm ; l : 4-8 μm)
- 32) *Snowella atomus* (D cel : 2-3 μm)
- 33) *Spirulina* sp. (D cel : 4-6 μm ; D sp : 9,7-10,8 μ)
- 34) *Arthrospira* sp. (D cel : 3-5 μm ; D sp : 10-12 μm)
- 35) *Anabaena affinis* (L : 4,6-7,5 μm ; l : 4,4-5,3 μm)
- 36) *Anabaena constricta* (L : 3-8 μm ; l : 2-3 μm)
- 37) *Anabaena spiroides* (L : 15-19 μm ; l : 5-8 μm)
- 38) *Anabaena* sp. (L : 2-12 μm ; l : 5-6 μm)
- 39) *Calothrix* sp. (L : 26-40 μm ; l : 7-12 μm)
- 40) *Nostoc piscinale* (L : 4-7 μm ; l : 3-5 μm)
- 41) *Stigonema* sp. (L : 20-35 μm ; l : 7-15 μm)
- 42) *Scytonema* sp. (L : 25-50 μm ; l : 4-6 μm)
- 43) *Hapalosiphon hibernicus* (L: 7-9 μm ; l : 2-3 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

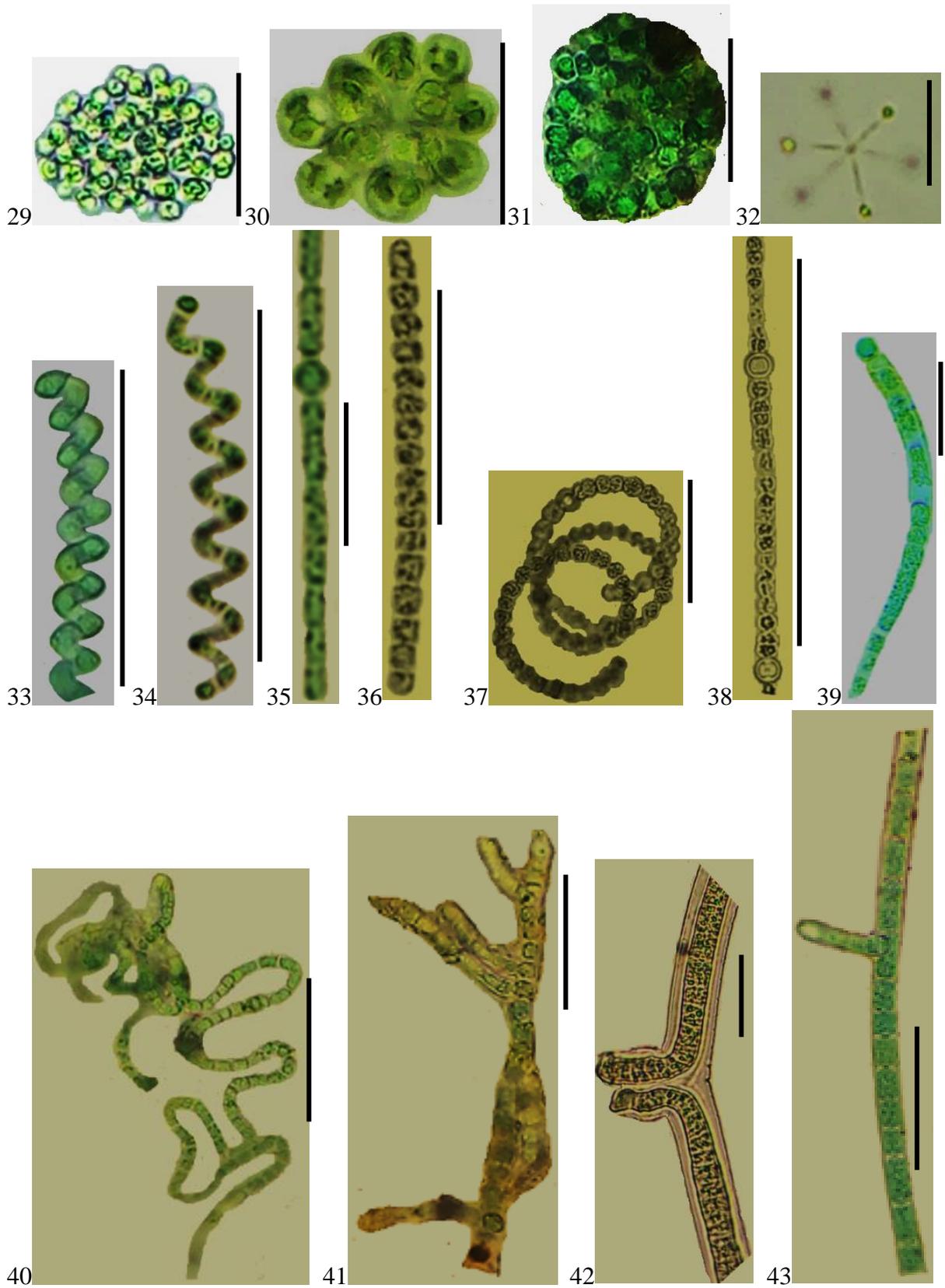


PLANCHE IV

- 44) *Oscillatoria princeps* (L : 11-16 μm ; l : 2-4 μm)
45) *Oscillatoria proboscidea* (L : 3-6 μm ; l : 2-5 μm)
46) *Oscillatoria limosa* (L : 12-16 μm ; l : 3-4 μm)
47a – 47c) *Oscillatoria rubescens* (L : 10-20 μm ; l : 2-6 μm)
48) *Phormidium articulatum* (D cel : 2-4 μm)
49) *Phormidium granulatum* (D cel : 3-4 μm)
50) *Planktolyngbya contorta* (L : 4-5 μm ; l : 1-2 μm)
51) *Planktolyngbya limnetica* (L : 2-3 μm ; l : 1-1,5 μm)
52) *Plectonema puteale* (D cel : 3-4 μm)
53) *Planktothrix compressa* (L : 5-10 μm ; l : 2-4 μm)
54) *Komvophoron constrictum* (L : 5-6 μm ; l : 4-5 μm)⁴⁴

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

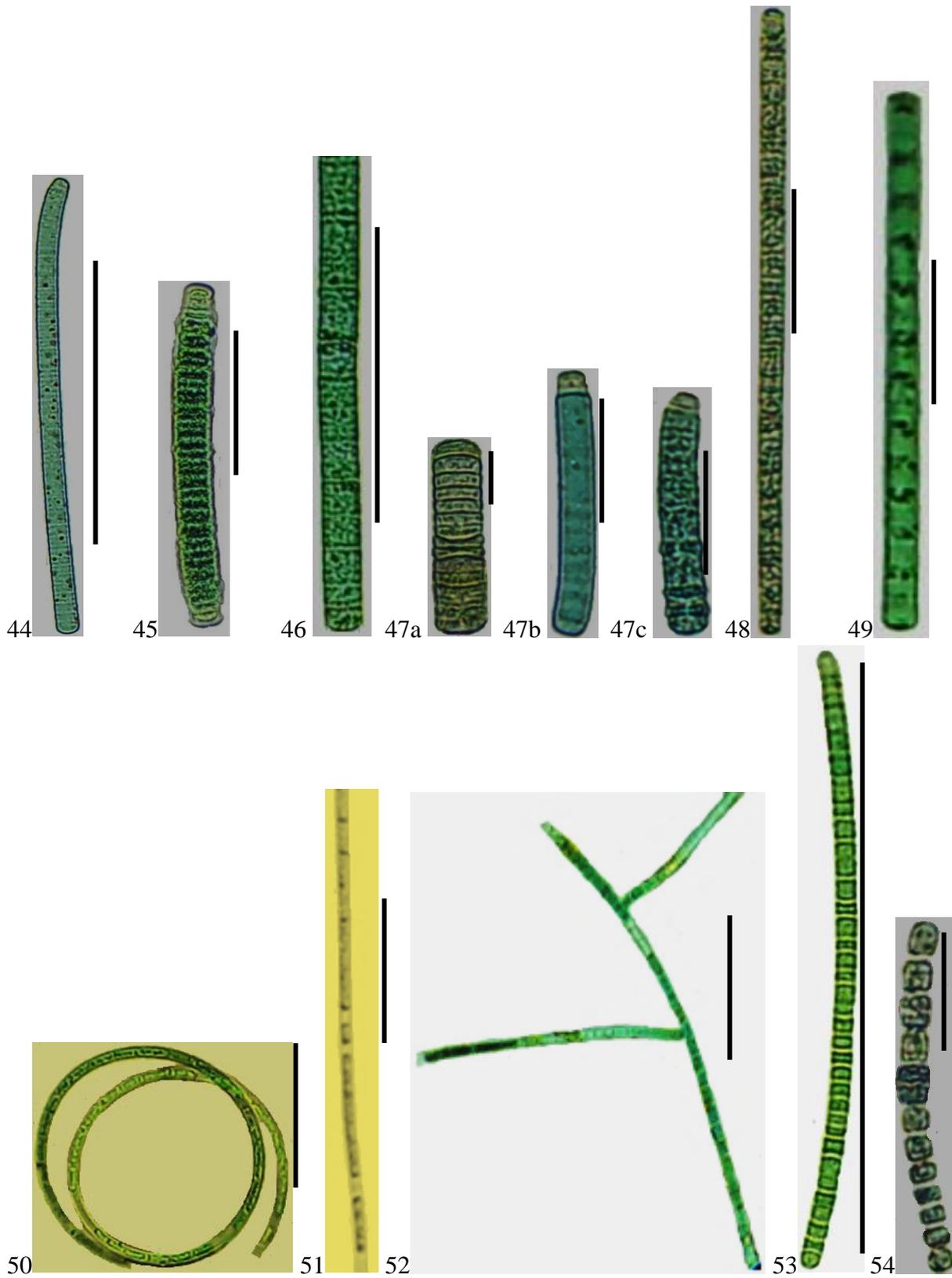


PLANCHE V

- 55) *Euglena anabaena* var. *minor* (L : 29-42 μm ; l : 11-17 μm)
56) *Euglena gaumei* (L : 81-95 ; l : 30-40 μm)
57) *Euglena geniculata* (L : 50-70 μm ; l : 10-20 μm)
58) *Euglena gracilis* (L : 40-48 μm ; l : 10-15 μm)
59) *Euglena hemicromata* (L : 72,8-97 μm ; l : 13,7-18 μm)
60) *Euglenaformis proxima* (L : 120-140 μm ; l : 20-34 μm)
61) *Euglena pseudoviridis* (L : 45-50 μm ; l : 12-15 μm)
62) *Euglena sanguinea* (L : 110-118 μm ; l : 25-34 μm)
63) *Euglena* sp.1 (L : 40-52 μm ; l : 10-15 μm)
64) *Euglena* sp.2 (L : 34-41 μm ; l : 18-19 μm ;)
65) *Euglena* sp.3 (L : 55-80 μm ; l : 15-20 μm)
66) *Euglenopsis* sp. (L : 45-48 μm ; l : 13-15 μm)
67) *Trachelomonas acanthophora* (L : 45-50 μm ; l : 16-21 μm)
68a – 68b) *Trachelomonas anulifera* (D : 16-22 μm)
69) *Trachelomonas armata* var. *heterospina* (L : 35-45 μm ; l : 21-26 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L: longueur ; l: largeur ; D col: diamètre de la colonie ; D cel: diamètre de cellule ; D cén: diamètre de cénobe ; I: isthme.

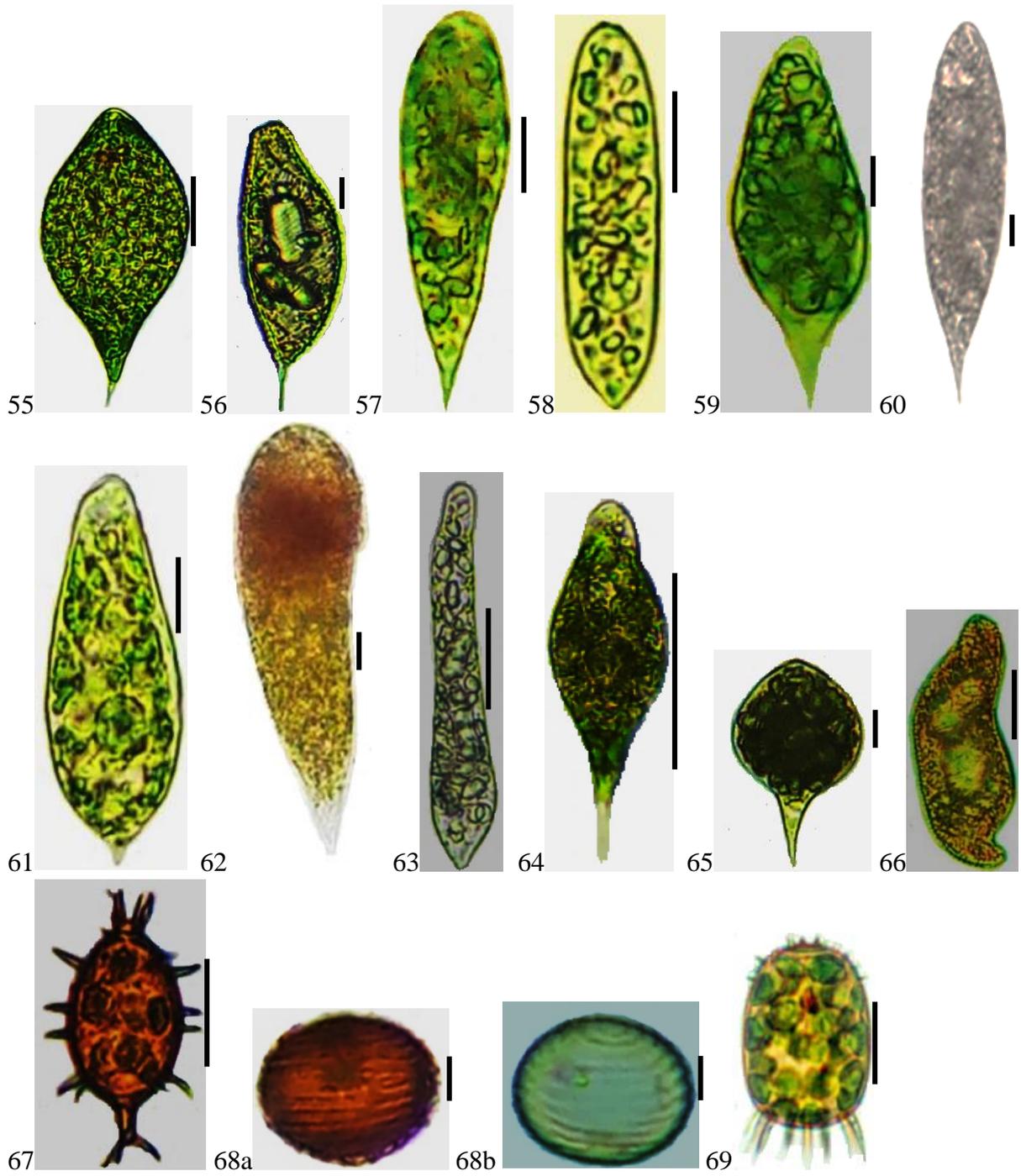


PLANCHE VI

- 70) *Trachelomonas akressiensis* (L : 22-25 µm ; l : 14-16 µm)
- 71) *Trachelomonas armata* var. *longispina* (L : 30-32 µm ; l : 24-26 µm)
- 72) *Trachelomonas armata* var. *nana* (L : 30-35 µm ; l : 20-26 µm)
- 73) *Trachelomonas armata* var. *steinii* (L : 45-48 µm ; l : 28-33 µm)
- 74) *Trachelomonas abrupta* (L : 27 µm ; l : 18 µm ;)
- 75) *Trachelomonas bernardinensis* var. *africana* (L : 60 µm ; l : 20 µm)
- 76) *Trachelomonas caudata* (L : 48-50 µm ; l : 21-22 µm)
- 77) *Trachelomonas curta* (L : 22-27 µm ; l : 17-20 µm ; Lc : 4 - 7)
- 78a – 78b) *Trachelomonas cylindrica* (L : 14-20 µm ; l : 8-10 µm)
- 79) *Trachelomonas dastuguei* f. *africana* (L : 80-94 µm ; l : 20-28 µm)
- 80) *Trachelomonas dubia* (L : 25 µm ; l : 20 µm)
- 81) *Trachelomonas elliptica* (L : 40 µm ; l : 30 µm)
- 82) *Trachelomonas globularis* var. *crenulatocollis* (L : 25-30 µm ; l : 13-15 µm)
- 83) *Trachelomonas hispida* (L : 27-32 µm ; l : 15-25 µm)
- 84) *Trachelomonas hispida* var. *coronata* (L : 22-32 µm ; l : 18-27 µm)
- 85) *Trachelomonas klebsii* (L : 26-27 µm ; l : 11-12 µm)
- 86) *Trachelomona allia* (L : 30-35 µm ; l : 18-22 µm)
- 87) *Trachelomonas lacustris* var. *ovalis* (L : 20-28 µm ; l : 12-15 µm)
- 88) *Trachelomonas lismorensis* (D : 18-20 µm)
- 89) *Trachelomonas lismorensis* var. *mirabilis* (D : 20-25 µm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 µm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

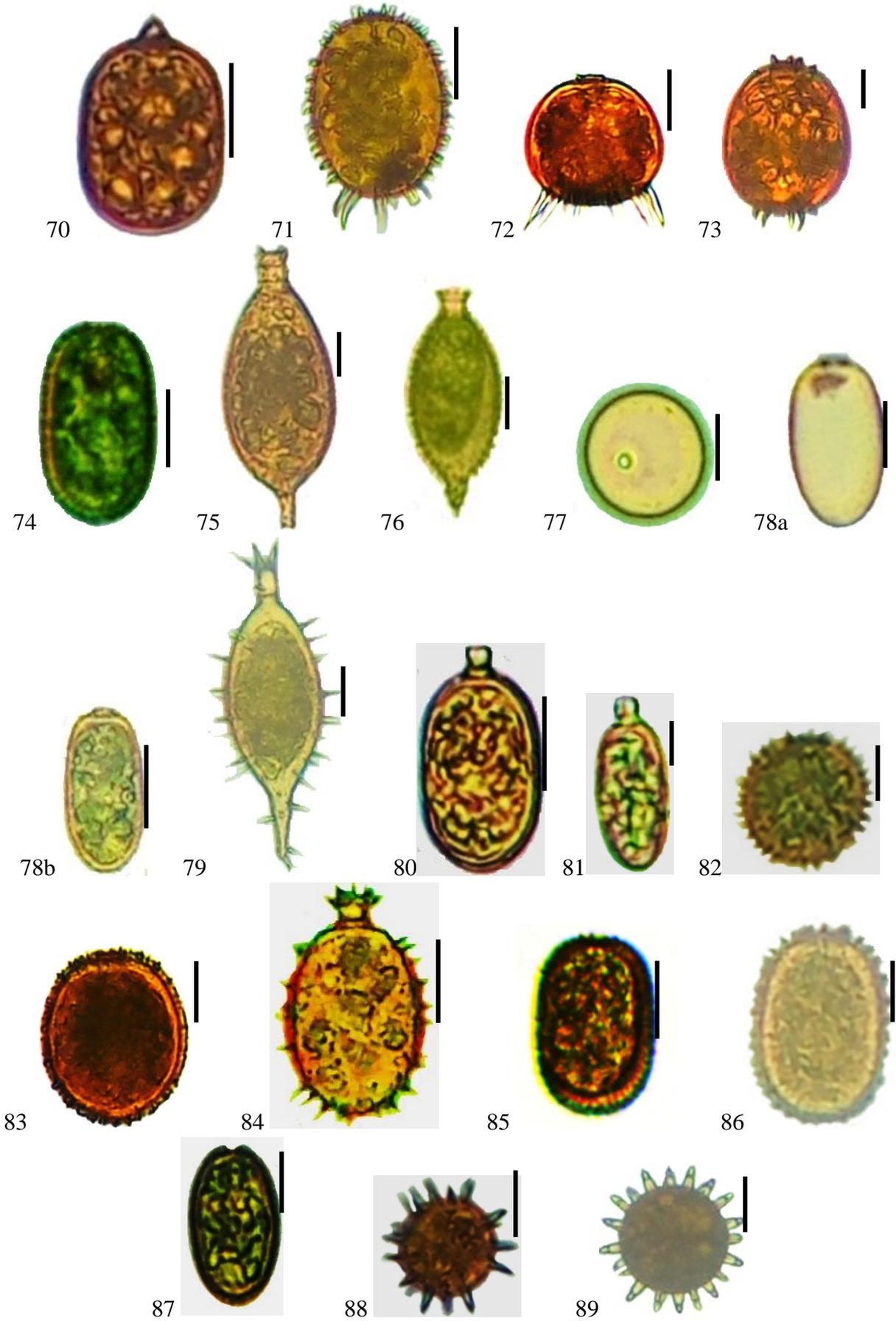


PLANCHE VII

- 90) *Trachelomonas oblonga* (L : 20-34 μm ; l : 18-29 μm)
91) *Trachelomonas oblonga* var. *attenuata* (L : 14 μm ; l : 9 μm)
92) *Trachelomonas pisciformis* var. *bicoronata* (L : 30-50 μm ; l : 20-22 μm)
93) *Trachelomonas planctonica* (L : 20 μm ; l : 16 μm)
94) *Trachelomonas raciborskii* (L : 30-43 μm ; l : 25-32 μm)
95) *Trachelomonas robusta* (L : 20-30 μm ; l : 17-22 μm)
96) *Trachelomonas similis* (L : 18-23 μm ; l : 15-16 μm ; Lc: - 7)
97) *Trachelomonas superba* (L : 20-38 μm ; l : 16-27 μm)
98) *Trachelomonas sydneyensis* (L : 29 μm ; l : 24 μm)
99) *Trachelomonas varians* (L : 14-16 μm ; l : 11-13 μm)
100) *Trachelomonas vas* (L : 15-17 μm ; l : 10-13 μm)
101) *Trachelomonas volvocina* (D: 14-18 μm)
102) *Trachelomonas volvocinospis* (D : 10-21 μm)
103) *Trachelomonas volzii* var. *acidophila* (L : 36 μm ; l : 20 μm)
104) *Trachelomonas volzii* var. *intermedia* (L : 35 μm ; l : 25 μm)
105) *Trachelomonas* sp. (L : 24 μm ; l : 21 μm)
106) *Strombomonas acuminata* var. *deflandreana* (L : 38-45 μm ; l : 15-22 μm)
107) *Strombomonas deflandrei* (D : 18-40 μm)
108) *Strombomonas fluviatilis* var. *levis* (L : 58-65 μm ; l : 5-7 μm)
109) *Strombomonas gibberosa* (L : 56-65 μm ; l : 35-36 μm)
110) *Strombomonas triquetra* (L : 30-43 μm ; l : 18-22 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

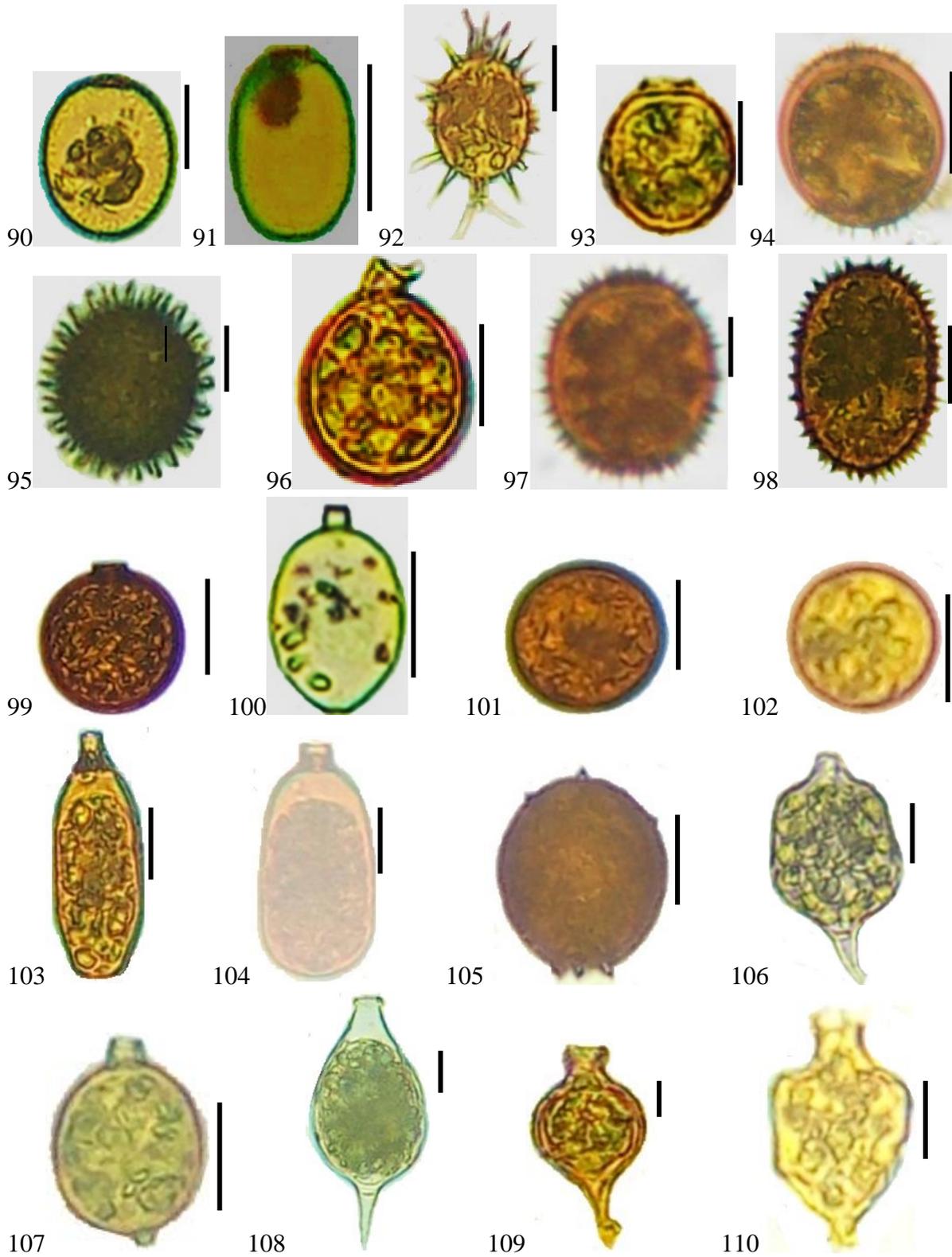


PLANCHE VIII

- 111) *Strombomonas verrucosa* var. *elongata* (L : 45-50 μm ; l : 23-25 μm)
- 112) *Strombomonas verrucosa* (L : 40-43 μm ; l : 22-24 μm)
- 113) *Strombomonas verrucosa* var. *zmiewika* (L : 50-53 μm ; l : 22-23 μm)
- 114) *Strombomonas* sp. (L : 30-40 μm ; l : 20-25 μm)
- 115) *Lepocinclis acus* (L : 85-105 μm ; l : 5-8 μm)
- 116) *Lepocinclis acuta* (L : 25-34 μm ; l : 18-20 μm)
- 117) *Lepocinclis fusiformis* (L : 32-38 μm ; l : 18-24 μm)
- 118) *Lepocinclis fominii* (L : 28-36 μm ; l : 22- 25 μm)
- 119) *Lepocinclis marssonii* (L : 36-40 μm ; l : 10-11 μm)
- 120) *Lepocinclis ovum* (L : 25-31 μm ; l : 18-20 μm)
- 121) *Lepocinclis oxyuris* (L: 170-235 μm ; l : 33-45 μm)
- 122) *Lepocinclis saliaa* (L : 52 μm ; l : 32 μm)
- 123a – 123b) *Lepocinclis spirogyra* (L : 160-165 μm ; l : 22-25 μm)
- 124) *Lepocinclis spirogyra* var. *fusca* (L : 200 -240 ; l : 20,3-31 μm)
- 125) *Lepocinclis texta* (L : 37-60 μm ; l : 23-35 μm)
- 126) *Menoidium gracile* (L : 90-110 μm ; l : 6-8 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

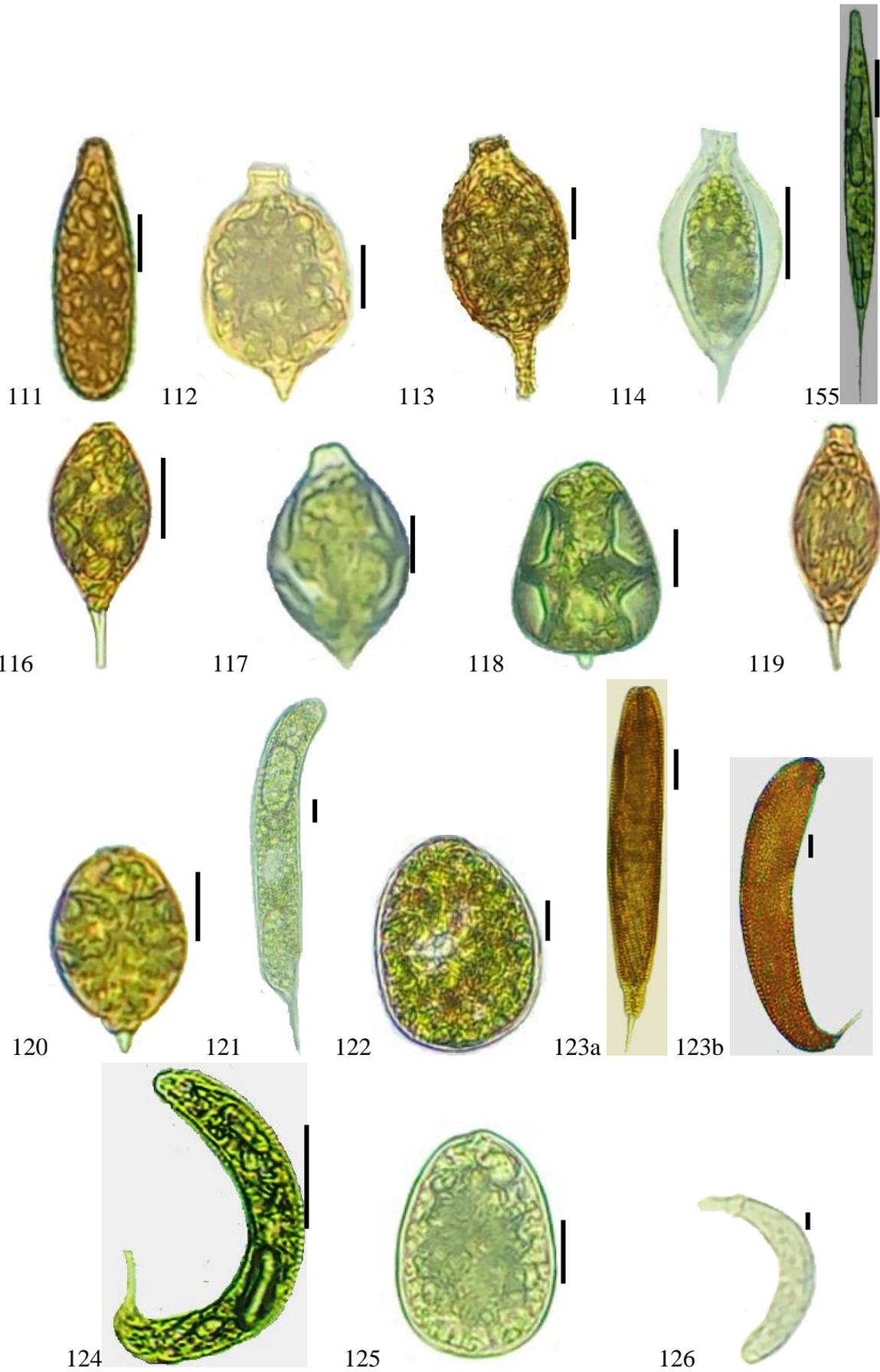


PLANCHE IX

- 127) *Menoidium pellucidum* (L : 46-49 μm ; l : 6-10 μm)
128a – 128b) *Monomorphina pyrum* (L : 27-29 μm ; l : 12-15 μm)
129) *Phacus acuminatus* var. *acuticauda* (L : 20-24 μm ; l : 18-22 μm)
130) *Phacus acuminatus* var. *discifer* (L : 24-30 μm ; l : 18-23 μm)
131) *Phacus acuminatus* var. *granulata* (L : 39 μm , l : 30 μm)
132) *Phacus angulatus* (L : 28-32 μm ; l : 22-27 μm)
133) *Phacus glaber* (L : 30-40 μm ; l : 20-27 μm)
134) *Phacus horridus* (L : 45-50 μm ; l : 17-21 μm)
135) *Phacus longicauda* var. *insecta* (L : 92-110 μm ; l : 34-40 μm)
136) *Phacus longicauda* (L : 94-105 μm ; l : 39-46 μm)
137) *Phacus longicauda* var. *tortus* (L : 110-122 μm ; l : 40-50 μm)
138) *Phacus platalea* (L : 35-44 μm ; l : 24-29 μm)
139) *Phacus orbicularis* (L : 36-38 μm ; l : 25-28 μm)
140) *Phacus undulatus* (L : 36-42,3 μm ; l : 28,1-34,5 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

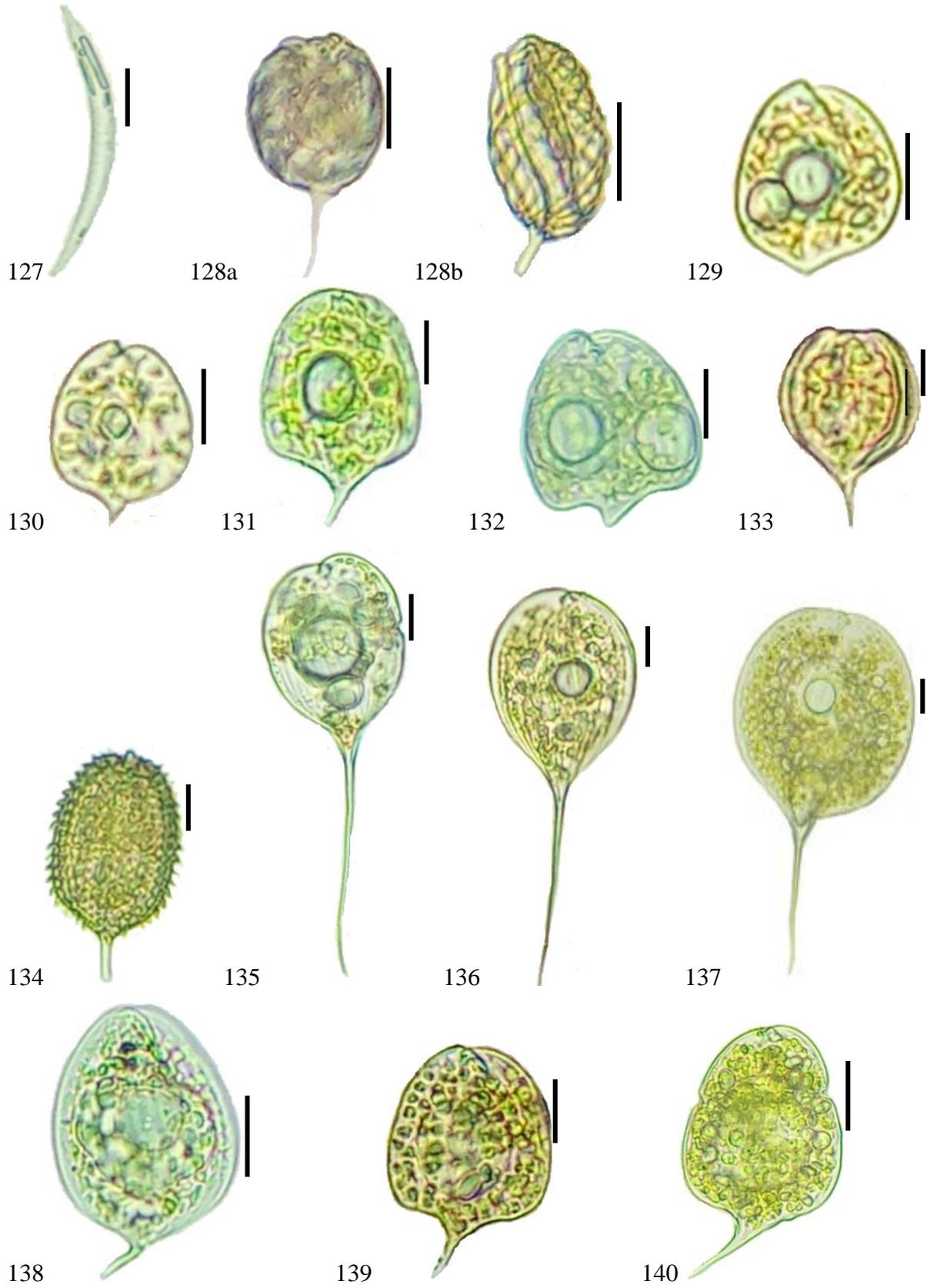


PLANCHE X : Embranchement des Euglenophyta

- 141) *Phacus sesquitortus* (L : 100-120 μm ; l : 36-50 μm)
142) *Phacus suecicus* (L : 30-34 μm ; l : 16-22 μm)
143) *Phacus sesquitortus* var. *roeckli* (L : 30-35 μm , l : 28-32 μm)
144) *Phacus tortus* (L : 70-82 μm ; l : 33-36 μm)
145) *Phacus* sp.1 (L : 33-35 μm , l : 25-30 μm)
146) *Phacus* sp.2 (L : 30-55 μm ; l : 22-30 μm)
147) *Golenkinia radiata* (D : 8-12 μm ; E : 10-23)
148) *Golenkiniopsis chlorelloides* (D : 4-7 μm ; E : 12-20 μm)
149) *Desmatractum indutum* (L : 55 μm ; l : 6 μm)
150) *Treubaria quadrispina* (Aig : 10-12 μm)
151) *Pediastrum angulosum* (D ce : 300-400 μm)
152) *Pediastrum biradiatum* var. *longecornutum* (D ce : 22-25 μm)
153a – 153b) *Pediastrum boryanum* var. *cornutum* (D ce : 80-96 μm)
154) *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* (D ce : 90-100 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

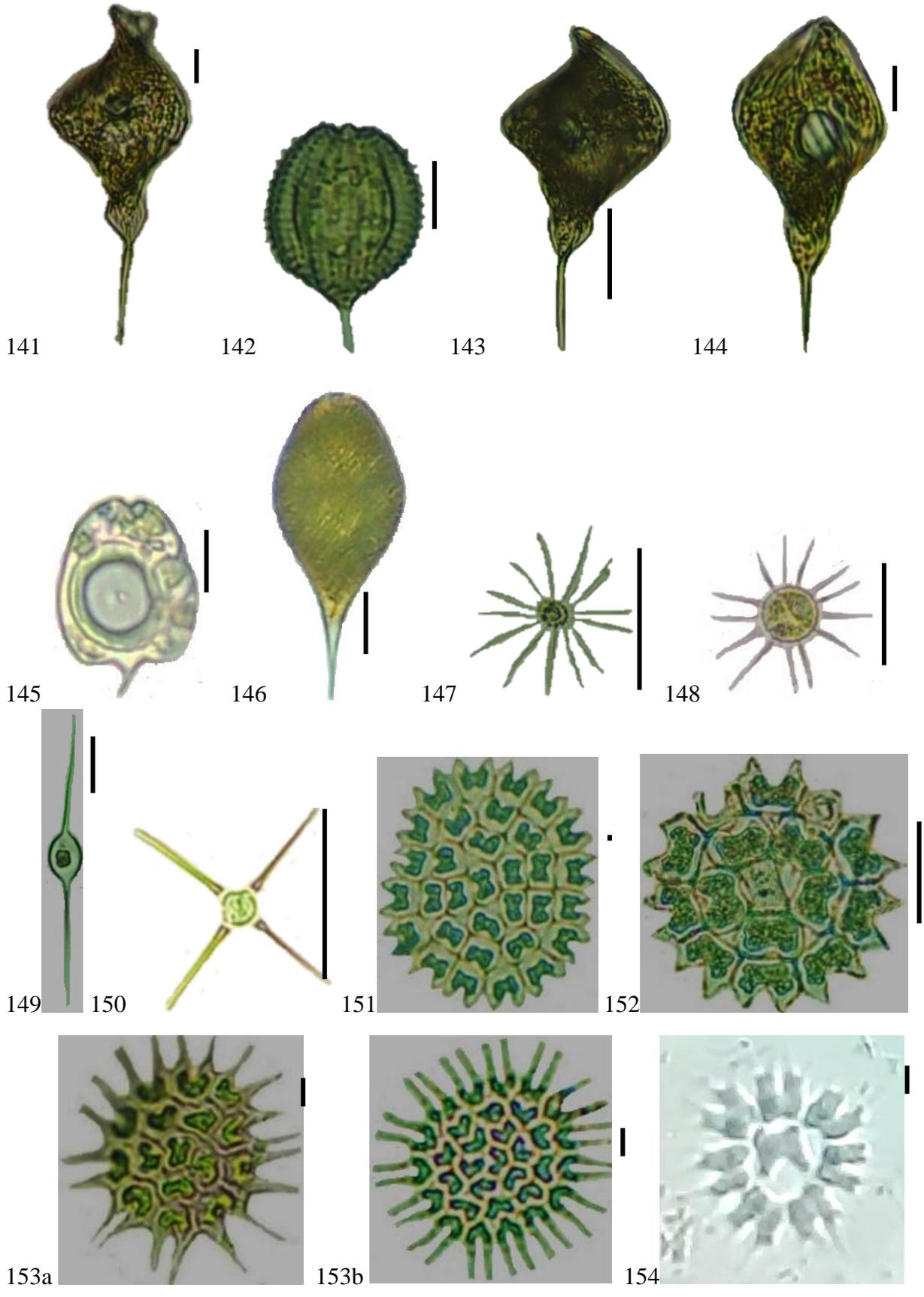


PLANCHE XI

- 155) *Pediastrum duplex* (D ce : 90 µm)
156a – 156b) *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* (D ce : 50-70 µm)
157) *Pediastrum duplex* var. *rectangulare* (D ce : 40-86 µm)
158) *Pediastrum simplex* (L : 12-16 µm ; l : 11-14 µm)
159) *Pediastrum tetras* (D ce : 16-30 µm)
160) *Pediastrum tetras* var. *tetraodron* (D ce : 24-25 µm)
161) *Botryococcus braunii* (L : 6-10 µm ; l : 3-6 µm)
162) *Dictyosphaerium elegans* (L : 12 µm ; l : 6 µm)
163a – 163b) *Dictyosphaerium pulchellum* (D : 5,1-6,4 µm)
164) *Dictyosphaerium tetrachotomum* (L : 4 µm ; l : 3 µm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 µm ; L: longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

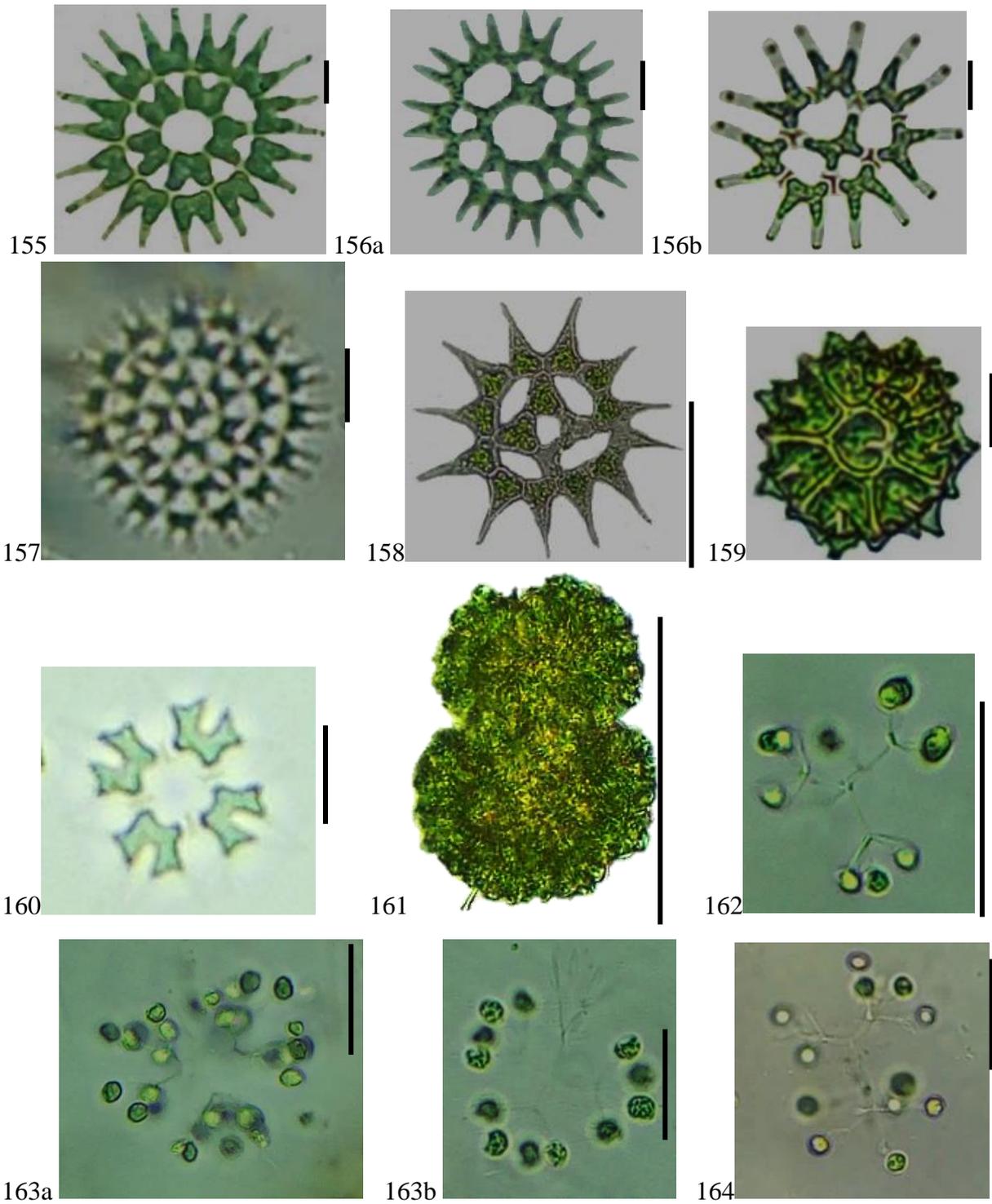


PLANCHE XI

- 165) *Micractinium bornhemiense* (D cel : 6-9 μm)
166) *Micractinium pusillum* (D cel : 4 μm)
167) *Selenodictyum brasiliens* (L : 5-6 μm ; l : 1-2 μm)
168) *Ankistrodesmus bernardii* (L : 25-38 ; l : 1-2 μm)
169) *Ankistrodesmus bibraianus* (L : 16-20 μm ; l : 2-4 μm)
170) *Ankistrodesmus densus* (L : 14 μm ; l : 2 μm)
171) *Ankistrodesmus falcatus* (L : 30-61 μm ; l : 2-3 μm)
172) *Ankistrodesmus fusiformis* (L : 25-38 μm ; l : 2-3 μm)
173) *Ankistrodesmus gracilis* (L : 14-25 μm ; l : 2-3 μm)
174) *Ankistrodesmus* sp. (L : 35-42 μm ; l : 2-4 μm)
175) *Chlorella vulgaris* (D cel : 4-8 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

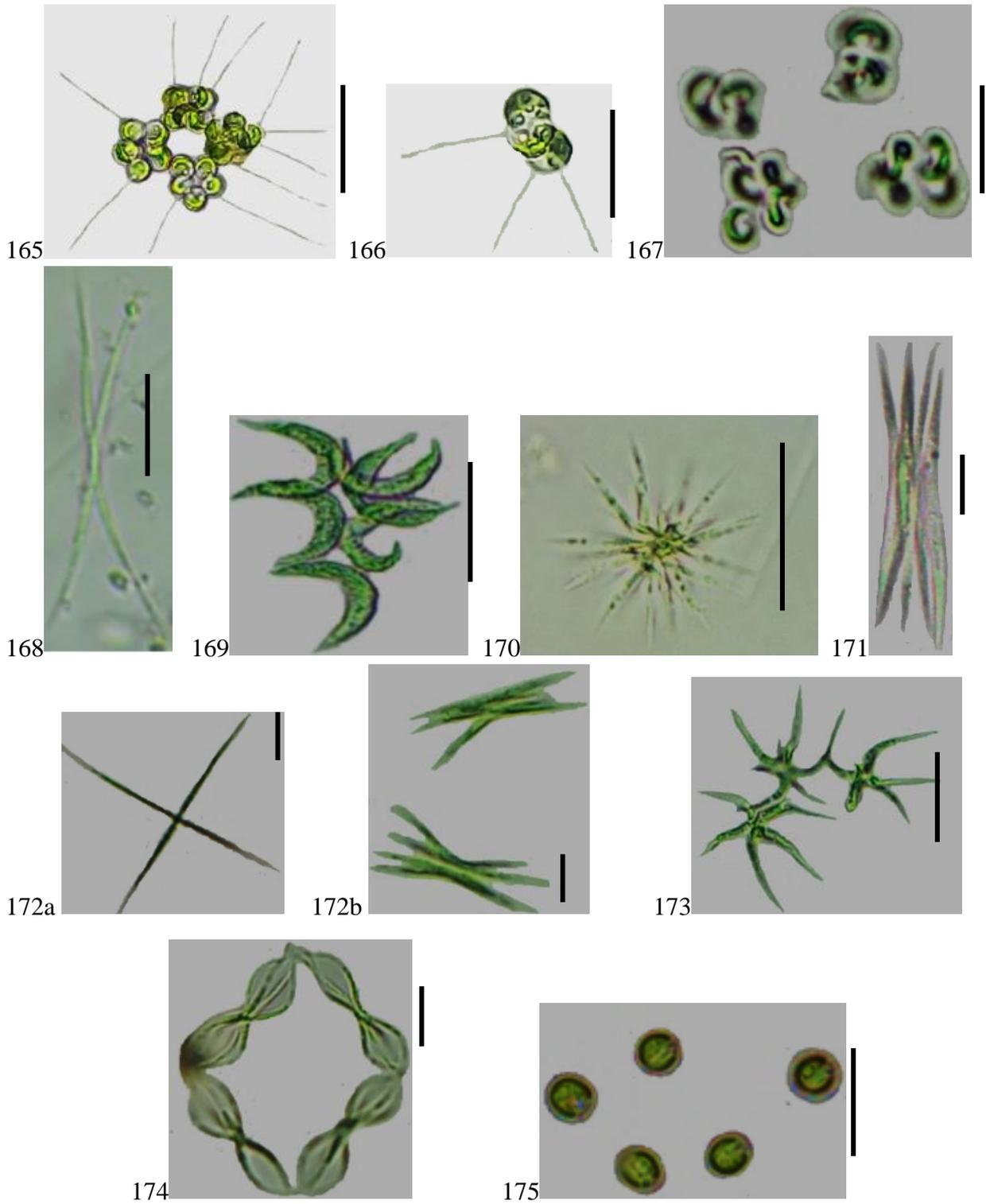


PLANCHE XII

- 176) *Chlorococcum minutum* (D cel : 20 µm)
177) *Closterinopsis acicularis* (L : 30-45 µm ; l : 2-5 µm)
178) *Gloeocystis vesiculosa* (D cel : 10-11 µm)
179) *Kirchneriella diana* var. *major* (L : 5-10 µm ; l : 2-4 µm)
180) *Kirchneriella irregularis* (L : 8 µm ; l : 3µm)
181) *Kirchneriella obesa* (L : 8-12 µm ; l : 4-6µm)
182) *Monoraphidium arcuatum* (L : 30-38 µm ; l : 3-3,5 µm)
183) *Monoraphidium contortum* (L : 27-33µm ; l : 2-3 µm)
184) *Monoraphidium griffithii* (L : 27,4-33 µm ; l : 2,9-3,2 µm)
185) *Quadrigula closterioides* (L : 10-30 µm ; l : 1,5-3 µm)
186) *Elakatothrix gelatinosa* (L : 12-20 µm ; l : 5-10 µm)
187) *Actinastrum hantzschii* (L : 8-16µm ; l : 2-3 µm)
188) *Coelastrum microporum* var. *sphaericum* (L : 12-14 µm ; l : 9-13 µm)
189) *Coelastrum pseudomicroporum* (L : 14-16 µm ; l : 10-12 µm)
190) *Coelastrum reticulatum* (D : 4-8 µm)
191) *Coelastrum* sp. (L : 16 µm ; l : 12 µm)
192) *Pseudostaurastrum gracile* (L : 20-22 µm ; l : 14-16 µm ; E : 10-14 µm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 µm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

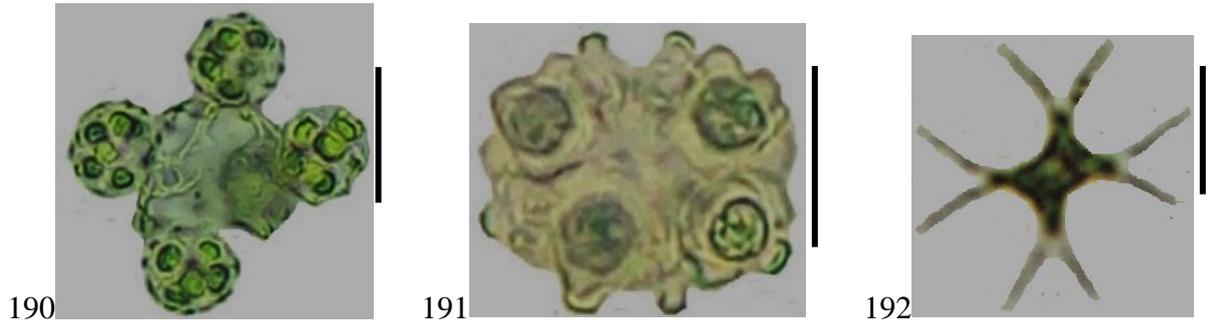
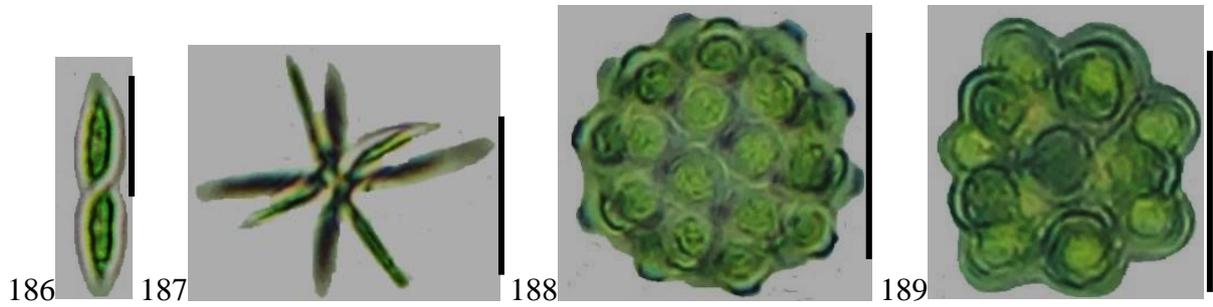
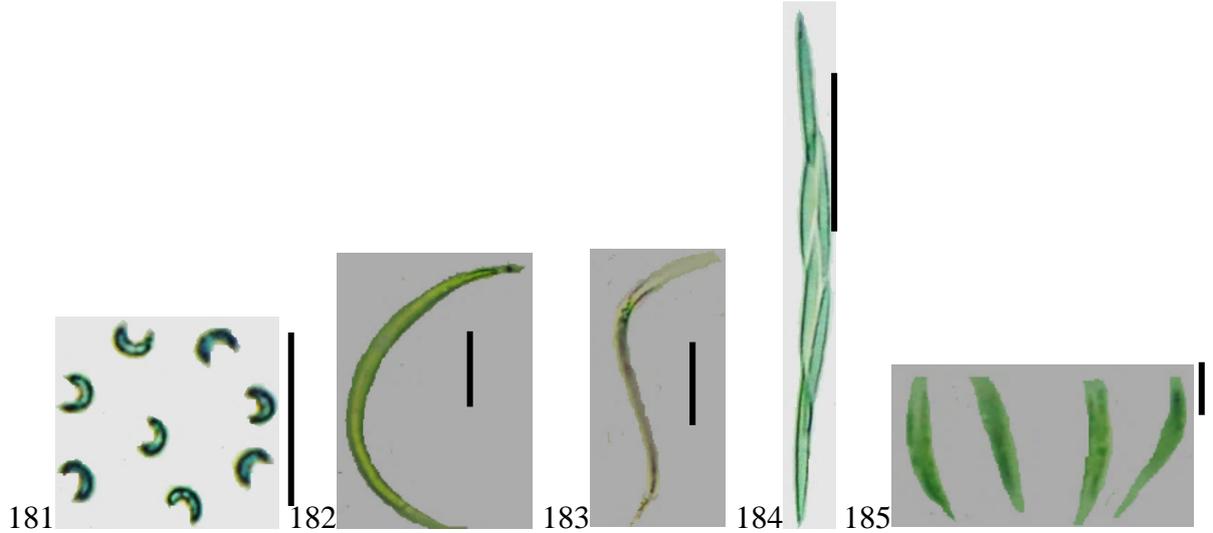
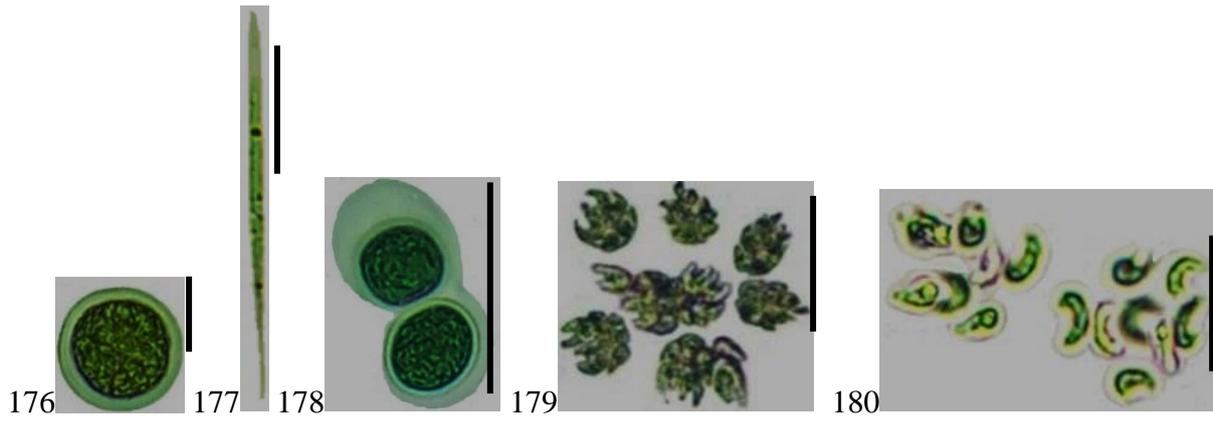


PLANCHE XIII

- 193) *Pseudostaurastrum hastatum* (L : 20-22 µm ; l : 14-16 µm ; E : 10-14 µm)
194) *Pseudostaurastrum lobulatum* (L : 22µm ; l : 18 µm; E : 10 µm)
195) *Tetraëdron arthrodesmiforme apicum* (D : 15-20 µm)
196) *Tetraëdron arthrodesmiforme* f. *typicum* (L : 34 µm ; l : 12µm)
197) *Tetraëdron caudatum* (l : 7-20 µm)
198) *Tetraëdron enorme* var. *pentaedricum* (L : 22 µm ; l : 16 µm ; I : 8 µm)
199) *Tetraëdron hemisphaericum* (L : 42-49 µm ; l : 20-30 µm)
200) *Tetraëdron incus* (l : 10-18 µm)
201) *Tetraëdron minimum* (l : 5-10 µm)
202) *Tetraëdron minimum* f. *apiculatum* (l : 8-12 µm)
203) *Tetraëdron proteiforme* (l : 35-45 µm)
204) *Tetraëdron regulare* (l : 8-10 µm)
205) *Tetraëdron triangulare* (l : 10-15 µm)
206) *Tetraëdron trigonum* (l : 12-17 µm)
207) *Tetraëdron trilobulatum* (l : 24-25 µm)
208) *Lagerheimia chodatii* (L : 5-10 µm ; l : 4-8 µm)
209) *Lagerheimia marssonii* (L : 6-12 µm ; l : 4-8)
210) *Nephrocytium agardhianum* (L : 10-15µm ; l : 4-5 µm)
211) *Oocystis borgei* (L :14-20 µm ; l : 10-12 µm)
212) *Oocystis lacustris* (L : 8-12,6µm ; l : 5,1-7 µm)
213) *Oocystis solitaria* (L : 4-8 µm ; l : 2-5µm)
214) *Oocystis* sp. (L : 7,99 µm ; l : 10-12 µm)
215) *Coenocystis quadriguloides* (L : 15-17 µm ; l : 12-15 µm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 µm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

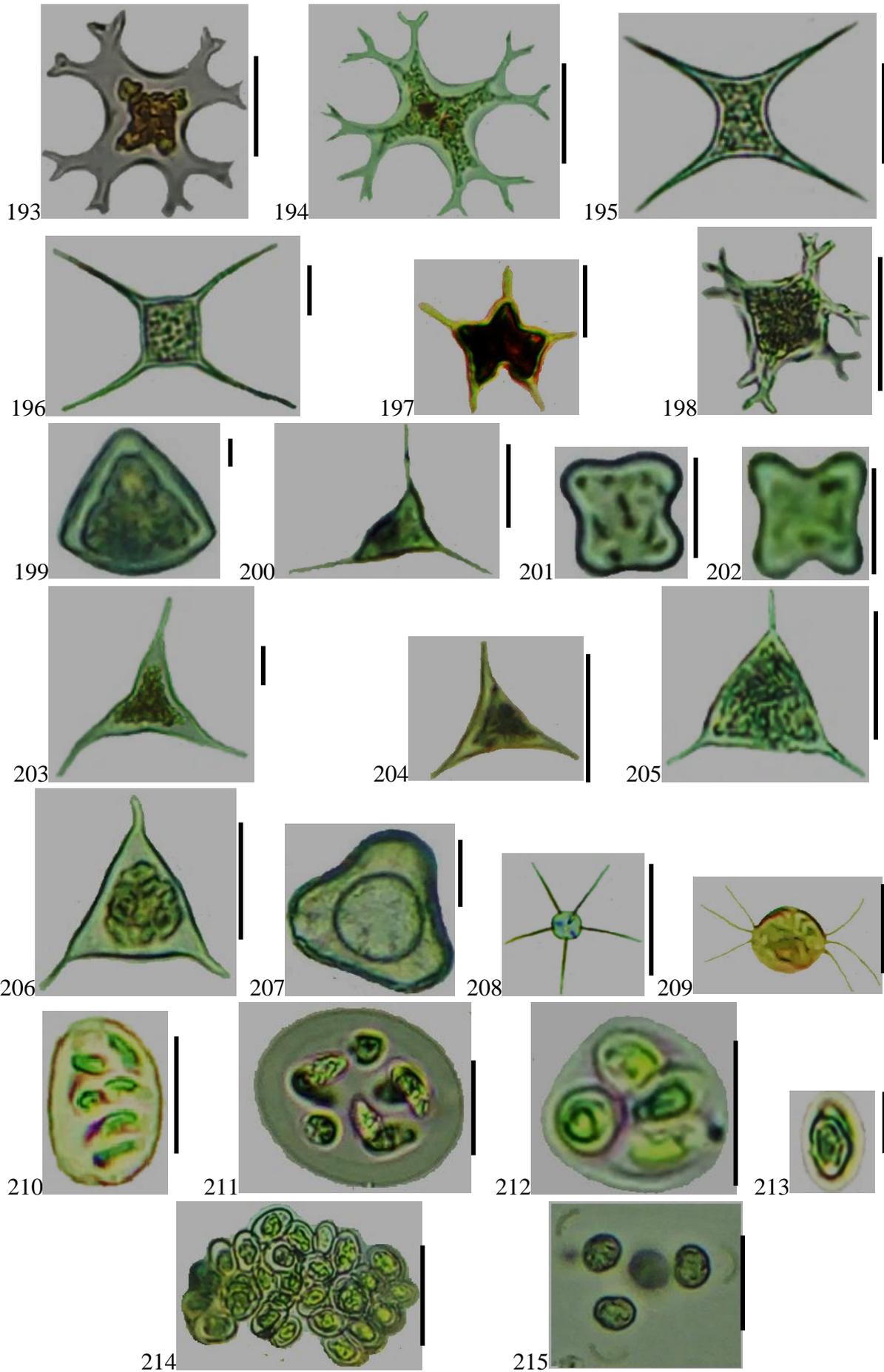


PLANCHE XIV

- 216) *Comasiella arcuata* var. *platydisca* (L : 7-8 μm ; l : 3-5 μm)
217) *Crucigenia fenestrata* (L : 6 μm ; l : 4 μm)
218) *Crucigenia quadrata* (L : 10-22 μm ; l : 4-6 μm)
219) *Crucigenia tetrapedia* (D : 6-8 μm)
220) *Crucigeniella apiculata* (L: 6 μm ; l : 4 μm)
221) *Desmodesmus denticulatus* (L : 12-24 μm ; l : 10-17 μm)
222) *Desmodesmus brasiliensis* (L : 8-28 μm ; l : 2-9 μm)
223) *Desmodesmus magnus* (L : 8-30 μm ; l : 4-14 μm)
224) *Desmodesmus microspina* (L : 5-13 μm ; l : 2-6 μm)
225) *Desmodesmus opoliensis* (L : 16-18 μm ; l : 5-6 μm)
226a – 226c) *Desmodesmus quadricauda* (L : 13-15 ; l : 8-10 μm)
227) *Desmodesmus regularis* (L : 10-18 μm ; l: 3-5 μm)
228) *Dimorphococcus lunatus* (L : 12-15 μm ; l : 5-8 μm)
229) *Scenedesmus acuminatus* (L : 10-11 μm ; l : 1,7-4 μm)
230) *Scenedesmus acuminatus* var. *javanensis* (L : 45-55,7 μm ; l : 4,7-6,4 μm)
231) *Scenedesmus acutiformis* (L : 10-12 μm ; l: 2-6 μm)
232) *Scenedesmus bernadii* (L : 35-45 μm ; l : 4-6 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

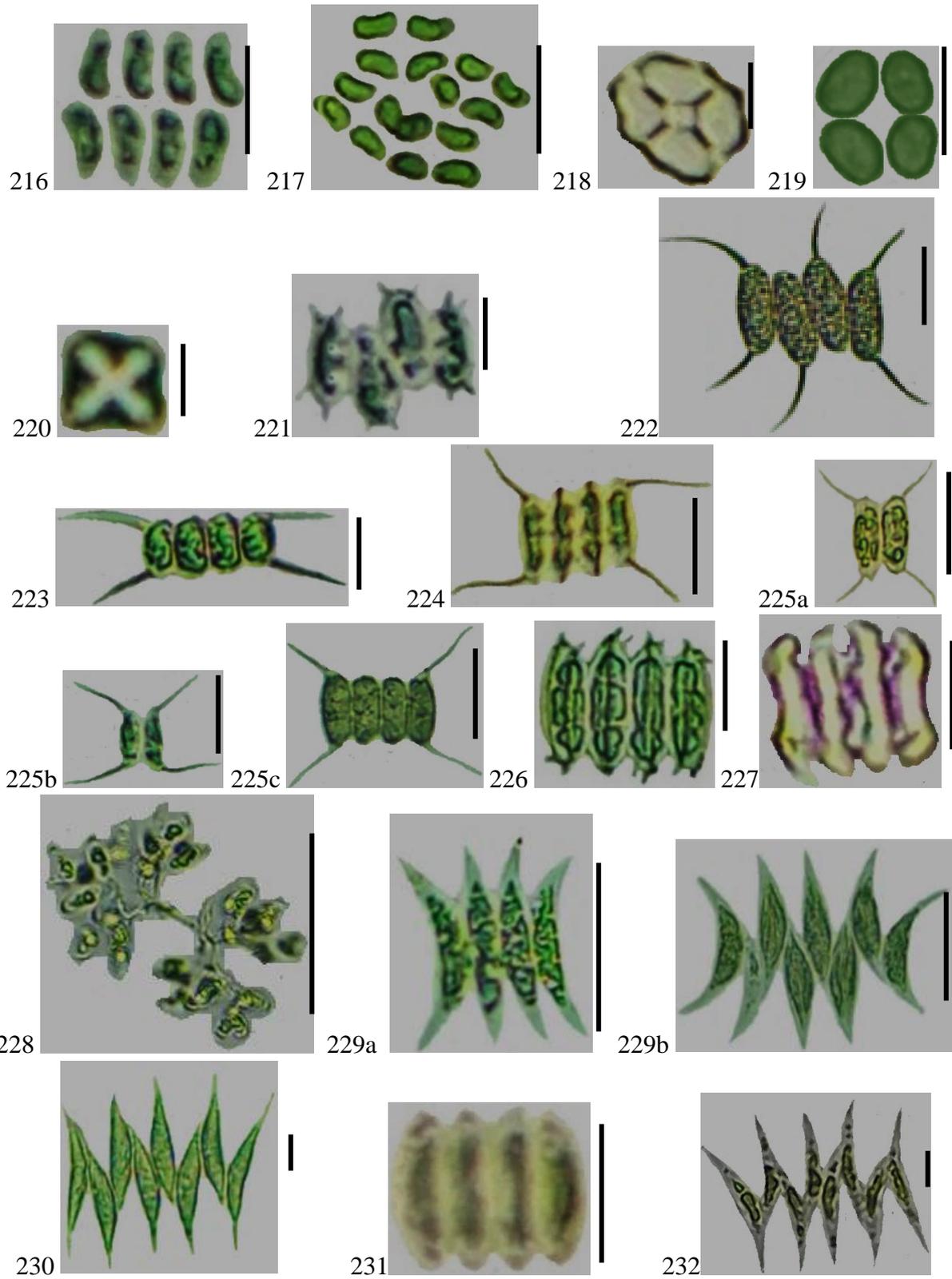


PLANCHE XV

- 233a – 233b) *Scenedesmus bicaudatus* (L : 10-15 μm ; l : 4-6 μm)
234a – 234b) *Scenedesmus disciformis* (L : 9-12 μm ; l : 3-4 μm)
235a – 235b) *Scenedesmus dimorphus* (L : 13-15 μm ; l : 8-10 μm)
236) *Scenedesmus ecornis* (L : 12-15 μm ; l : 6-8 μm)
237) *Scenedesmus indicus* (L : 6-8 μm ; l : 2-4 μm)
238) *Scenedesmus naegelii* (L : 17-22 μm ; l : 5-7 μm)
239) *Scenedesmus oahuensis* f. *longiclathratus* (L : 25-35 μm ; l : 8-12 μm)
240) *Scenedesmus semipulcher* (L : 10-12 μm ; l : 3,7-5 μm)
241) *Scenedesmus smithii* (L : 14-16 μm ; l : 6-8 μm)
242) *Schroederia nitzschoides* (L : 79-85 μm ; l : 4-5 μm ; S : 20-22 μm)
243) *Tetrallantos lagerheimii* (L : 9-13 μm ; l : 3-5 μm)
244) *Tetrastrum elegans* (D : 3-4 μm)
245) *Tetrastrum heterocanthum* (D : 3-4 μm)
246) *Tetrastrum triangulare* (D : 4-5 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

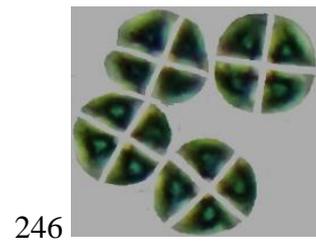
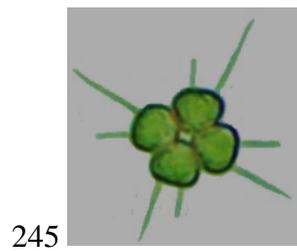
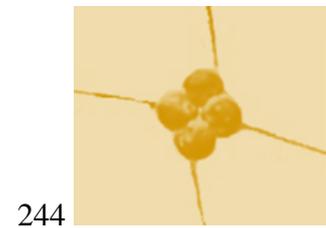
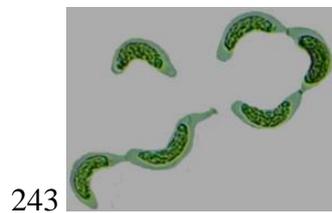
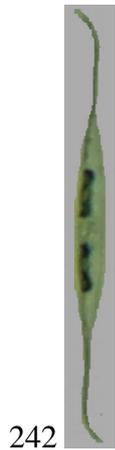
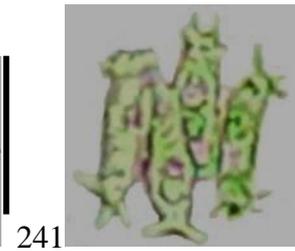
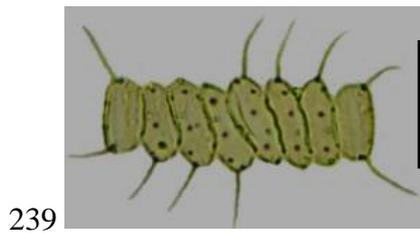
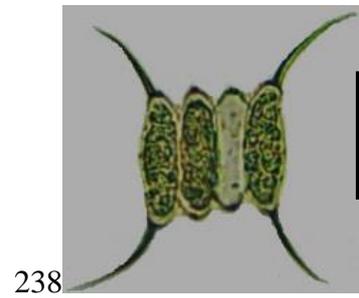
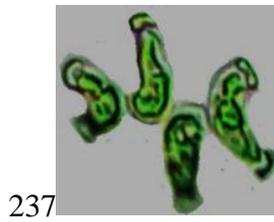
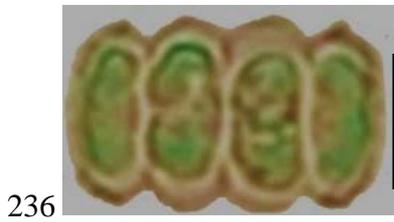
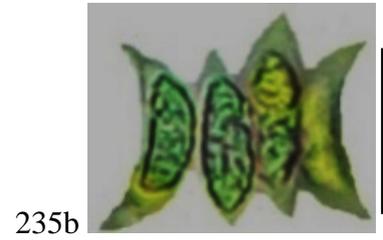
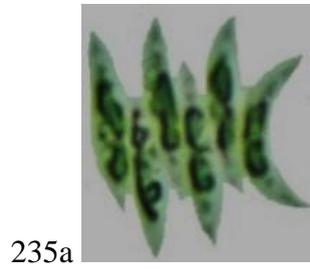
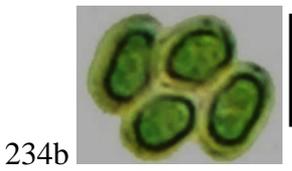
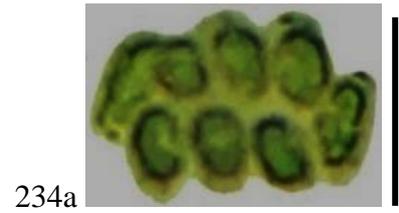
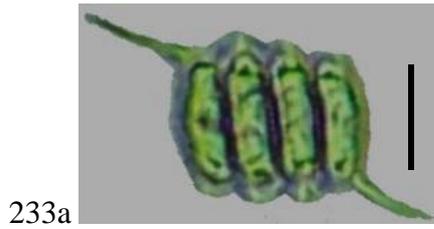


PLANCHE XVI

247) *Westella botryoides* (D : 60-76µm)

248a – 248b) *Arthrodesmus convergens* (L : 30-45 µm ; l : 53-60 µm ; I : 10-20 µm)

249) *Arthrodesmus curvatus* (L : 28-30 µm ; l : 35-40 µm ; I : 9-10 µm)

250) *Bourrellyodesmus heimii* (L : 60-75 µm ; l : 46-60 µm)

251) *Cladophora* sp. (L : 30 µm ; l : 15 µm)

252) *Closterium archerianum* (L : 200-1200 µm ; l : 21-23 µm)

253) *Closterium baillyanum* var. *baillyanum* (L : 600-900 µm ; l : 70-200 µm)

254) *Closterium cynthia* (L : 200-223 µm ; l : 17-18 µm)

255) *Closterium diana* var. *minus* (L : 222-262 µm ; l : 18-22 µm)

256) *Closterium gracile* (L : 90-130 µm ; l : 2-3 µm)

257) *Closterium incurvum* (L : 120-180 µm ; l : 25-27 µm)

258) *Closterium kuetzingii* (L : 345-415 µm ; l : 10-16 µm)

259) *Closterium kuetzingii* var. *vittatum* (L : 345-415 µm ; l : 10-16 µm)

260) *Closterium lanceolatum* (L : 210-400 µm ; l : 24-38 µm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 µm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

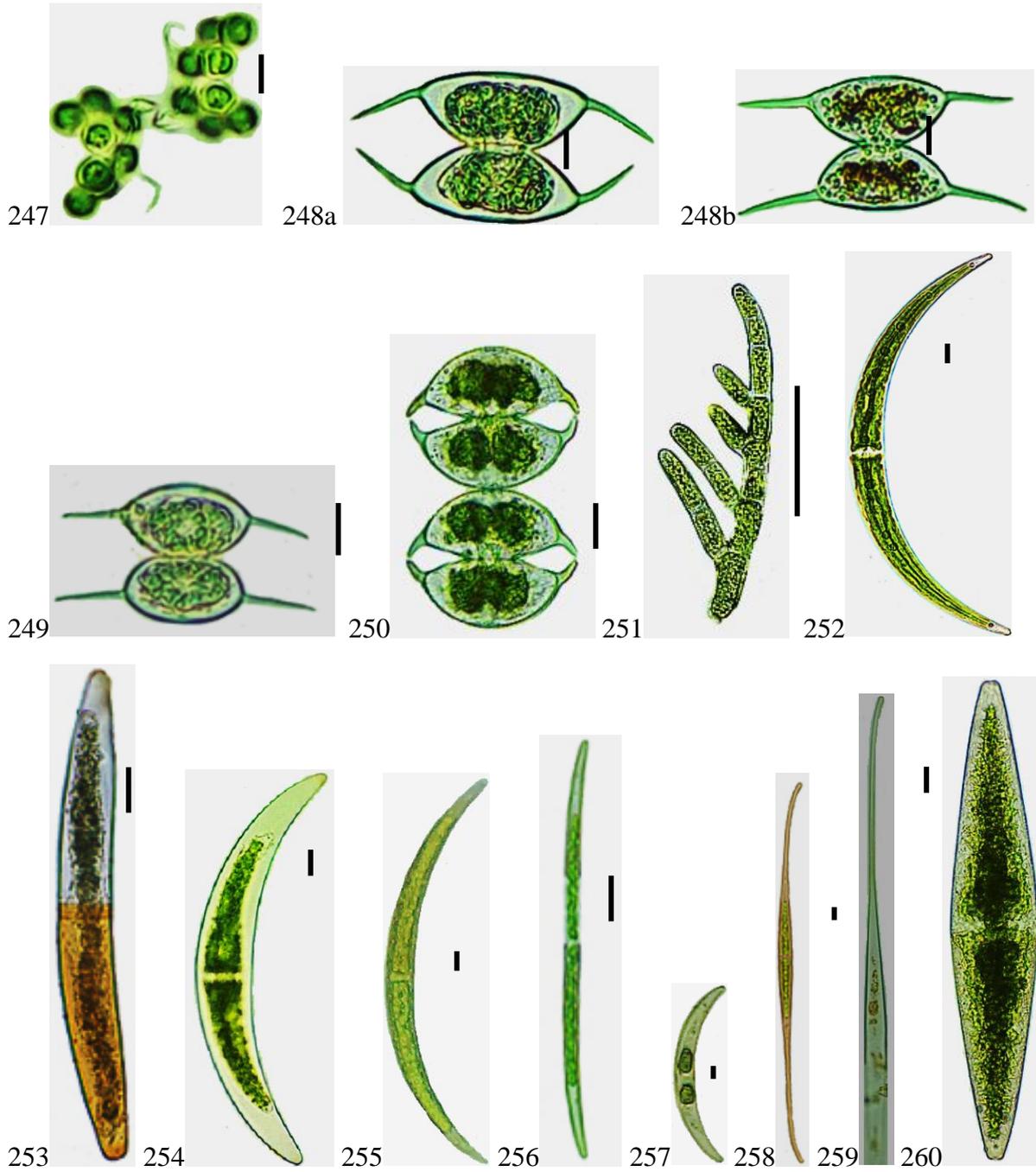


PLANCHE XVII

- 261) *Closterium pseudolunula* (L : 300-400 μm ; l : 40-70 μm)
262) *Closterium lineatum* (L : 300-400 μm ; l : 13-16)
263) *Closterium lunula* var. *maxima* (L : 310-434 μm ; l : 63-101 μm)
264) *Closterium nordstedtii* (L : 140-240 μm ; l : 11-18 μm)
265) *Closterium parvulum* var. *maius* (L : 78-130 μm ; l : 10-17 μm)
266) *Closterium pronum* (L : 127-183 μm ; l : 3-5 μm)
267) *Closterium setaceum* (L : 200-300 μm ; l : 10-20 μm)
268) *Cosmarium spinuliferum* (L : 30-38 μm ; l : 23-30 μm ; I : 11-12 μm)
269) *Cosmarium connatum* var. *minus* (L : 38-47 ; l : 28-33 μm ; I : 18-19 μm)
270) *Cosmarium contractum* (L : 20-23 μm ; l : 10-15 μm ; I : 5-7 μm)
271) *Cosmarium depressum* (L : 11-12 μm ; l : 10-11 μm ; I : 5-5,5 μm)
272) *Cosmarium depressum* var. *achondrum* (L : 14-20 μm ; l : 10-18 μm ; I : 3 à 6 μm)
273) *Cosmarium granatum* var. *concauum* (L : 28-40 μm ; l : 22-30 μm ; I : 6-8 μm)
274) *Cosmarium granatum* (L : 20-40 μm ; l : 16-26 μm ; I : 6-8 μm)
275) *Cosmarium leave* (L : 13-35 μm ; l : 10-25 μm ; I : 8 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

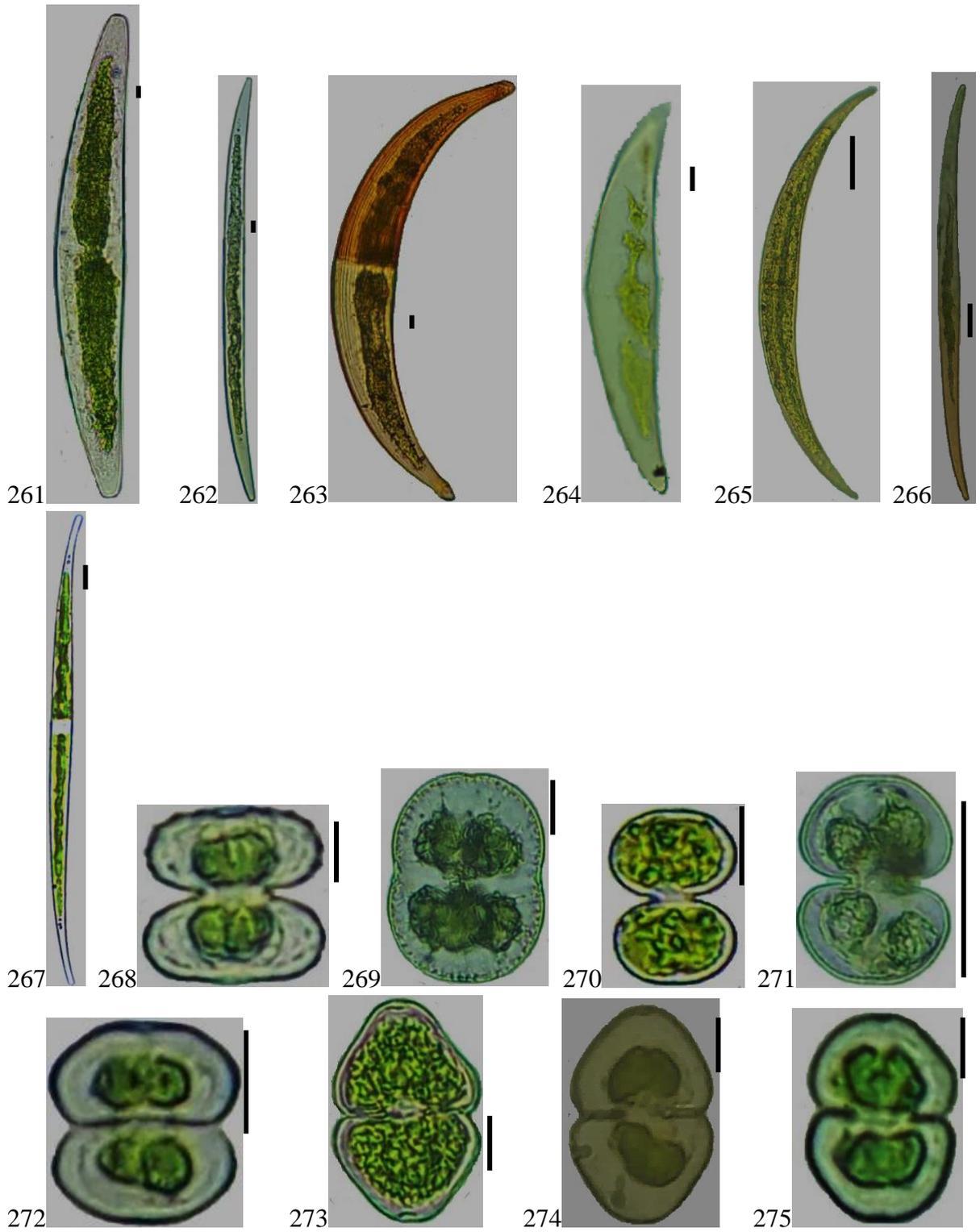


PLANCHE XVIII

- 276) *Cosmarium lundelii* (L : 49-58 μm ; l : 43-48 μm ; I : 23-24 μm)
277) *Cosmarium obsoletum* (L : 46 μm . l : 39 μm ; I : 20-21 μm)
278) *Cosmarium quadrum* (L : 46,4-58 μm ; l : 46-60 μm ;I : 15-19 μm)
279) *Cosmarium* cf. *quadrum* var. *sublatum* (L : 20-23 μm ; l : 25-30 μm ; I : 7-8 μm)
280) *Cosmarium margaritatum* (L : 58-80 μm ; l : 40-50 μm ; I : 25-30 μm)
281) *Cosmarium moniliforme* (L : 10-50 μm ; l : 10-26 μm ; I : 6-7 μm)
282) *Cosmarium pachydermum* var. *minus* (L : 50-80 μm ; l : 40-60 μm ; I : 19,6-19,7 μm)
283) *Cosmarium portianum* (L : 20-40 μm ; l : 15-34 μm ; I : 6-9 μm)
184) *Cosmarium pseudophaseolus* (L : 35-36 μm ; l : 30-32 μm ; I : 7-11 μm)
285) *Cosmarium pseudoretusum* (L : 23-25 μm ; l : 19-20 μm ; I : 7-8 μm)
286) *Cosmarium pyramidatum* (L : 36-37 μm ; l : 23-25 μm ; I : 9,6-9,7 μm)
287) *Cosmarium subauriculatum* (L : 45-50 μm ; l : 36-45 μm ; I : 20-24 μm)
288) *Cosmarium trilobulatum* (L : 27-35 μm ; l : 23-26 μm ; I : 7,5-8,5 μm)
289) *Cosmarium venustum* (L : 30-48 μm ; l : 20-38 μm ; I : 15-17 μm)
290) *Cosmarium vexatum* (L : 30-35 μm ; l : 20-25 μm ; I : 8-11 μm)
291) *Cosmarium* sp.1 (L : 33-45 μm ; l : 20-30 μm ; I : 13-16 μm)
292) *Cosmarium* sp.2 (L : 35-47 μm ; l : 22-35 μm ; I : 15-18 μm)
293) *Desmidium aptogonum* (L : 20-43 μm ; l : 12-23 μm)
294) *Desmidium baileyi* (L : 12-35 μm ; l : 10-28 μm)
295) *Euastrum attenuatum* var. *splendens* (L : 50-52 μm ; l : 30-35; I : 14-15 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L: longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

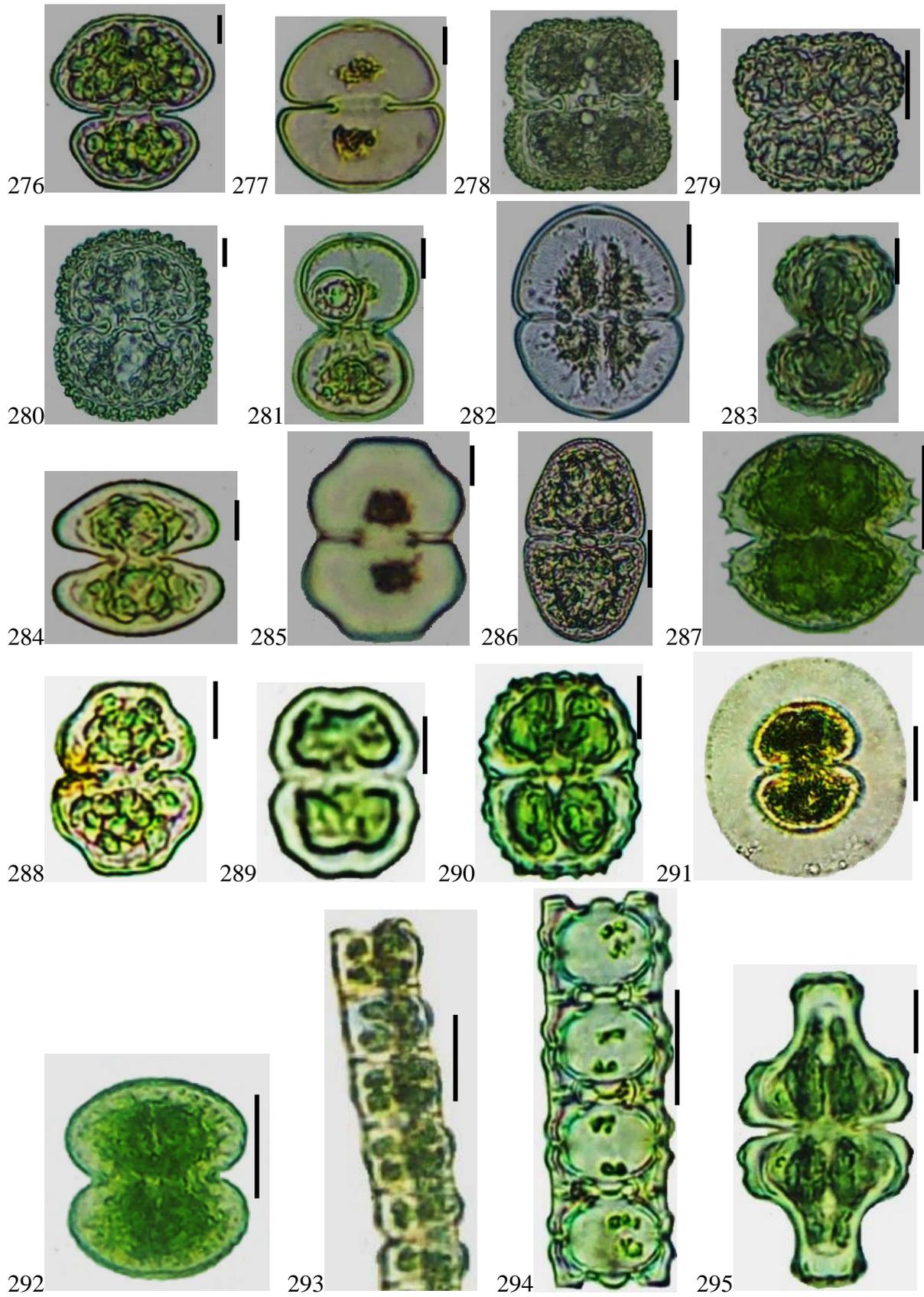


PLANCHE XIX

- 296) *Euastrum binale* (L : 13-16 μm ; l : 12-14 μm ; I : 4,6-5,5 μm)
- 297) *Euastrum bidentulum* var. *bidentatum* (L : 20-30 μm ; l : 14-17 μm ; I : 3-4 μm)
- 298) *Euastrum denticulatum* var. *rectangulare* (L : 20-22 μm ; l : 14-15 μm ; I : 5 μm)
- 299) *Euastrum denticulatum* var. *quadrifarium* (L : 21-30 μm ; l : 16-20 μm ; I : 8-10 μm)
- 300) *Euastrum elegans* (L : 27-35 μm ; l : 17-26 μm ; I : 7-8 μm)
- 301) *Euastrum evolutum* (L : 50-61 μm ; l : 34-42 μm ; I : 5-10 μm)
- 302) *Euastrum evolutum* var. *glaziovii* (L : 40-46 μm ; l : 27-32 μm ; I : 5,7-7,4 μm)
- 303) *Euastrum germanicum* (L : 44-46 μm ; l : 37-41 μm ; I : 10-15 μm)
- 304) *Euastrum ivoirensis* (L : 12 μm ; l : 10 μm ; I : 9 μm)
- 305) *Euastrum platycerum* (L : 44-61 μm ; l : 37-52 μm ; I : 9-11 μm)
- 306) *Euastrum praemorsum* (L : 40-71 μm ; l : 22-39 μm ; I : 10-14 μm)
- 307) *Euastrum sphyroides* (L : 47-80 μm ; l : 41-61 μm ; I : 11-15 μm)
- 308a – 308b) *Euastrum truncatiforme* (L : 40-50 μm ; l : 30-35 μm ; I : 6-11 μm)
- 309a – 309b) *Euastrum* sp.1 (L : 28-36 μm ; l : 18-27 μm ; I : 7-8 μm)
- 310) *Hyalotheca dissiliens*. (L : 23-39 μm ; l : 10-22 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L: longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén: diamètre de cénobe ; I : isthme.

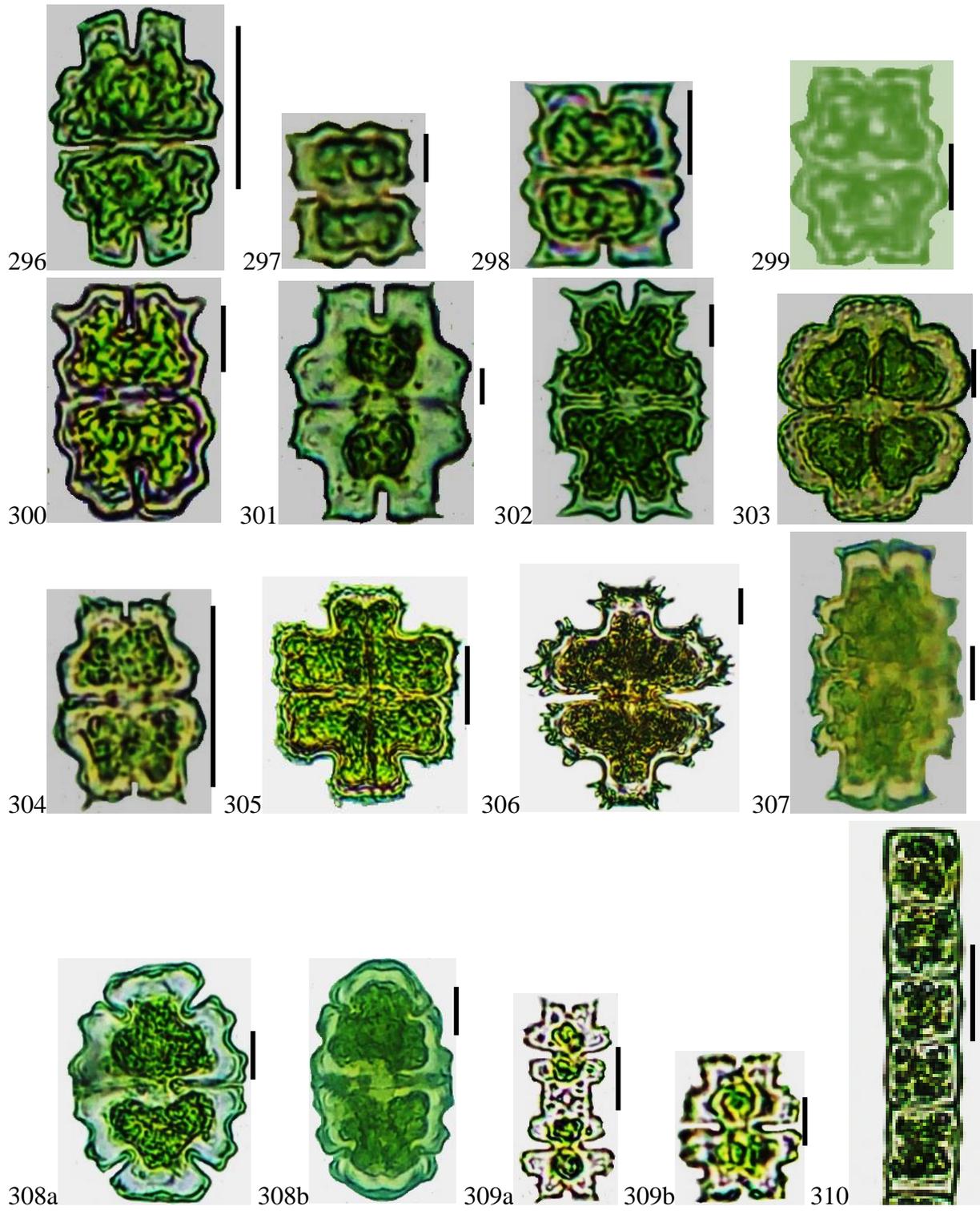


PLANCHE XX

- 311) *Hyaloraphidium* sp. (L : 30-35 μm ; l : 1-2 μm)
312) *Micrasterias ceylanica* (L : 45-55 μm ; l : 42-50 μm . I : 10-12 μm)
313) *Micrasterias radians* var. *brasiliensis* (L : 94-170 μm ; l : 80-140 μm ; I : 10,5-16 μm)
314) *Micrasterias tropica* (L : 87-125 μm ; l : 80-100 μm ; I : 10-14 μm)
315) *Mougeotia* sp. (L : 133-135 μm ; l : 30 μm)
316) *Octacanthium mucronulatum* (L : 38,6-47,5 μm ; l : 28,5-31,7 μm ; I : 15-18 μm)
317) *Phymatodocis irregulare* (L : 64-65 μm ; l : 45-50 μm)
318) *Pleurotaenium ehrenbergii* var. *undulatum* (L : 200-700 μm ; l : 15-35 μm)
319) *Pleurotaenium trabecula* (L : 600-900 μm ; l : 48-75 μm)
320) *Sphaerososma excavatum* (L : 6,8-7,4 μm ; l : 6,3-7,4 μm)
321) *Sphaerososma filiformis* (L : 10-12 μm ; l : 11-14 μm ; I : 5-6 μm)
322) *Sphaerososma granulata* (L : 20-45 μm ; l : 12-22 μm)
323) *Spondylosium* sp. (L : 10-14 μm ; l : 10,5-12,5 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col: diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

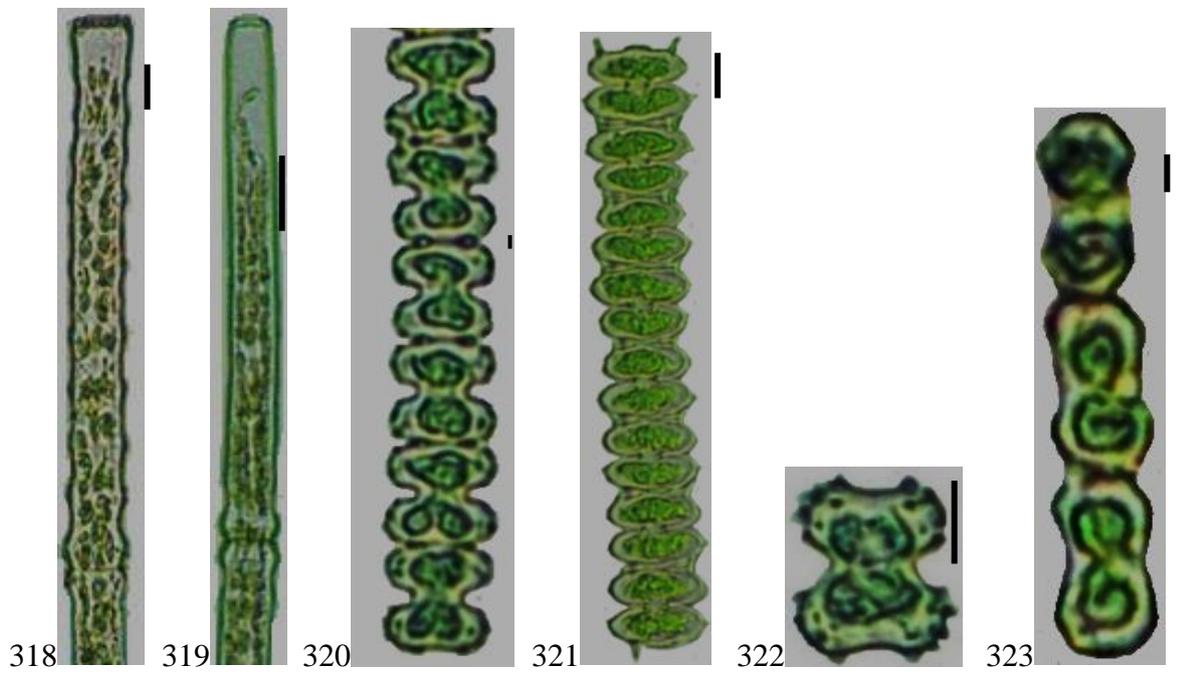
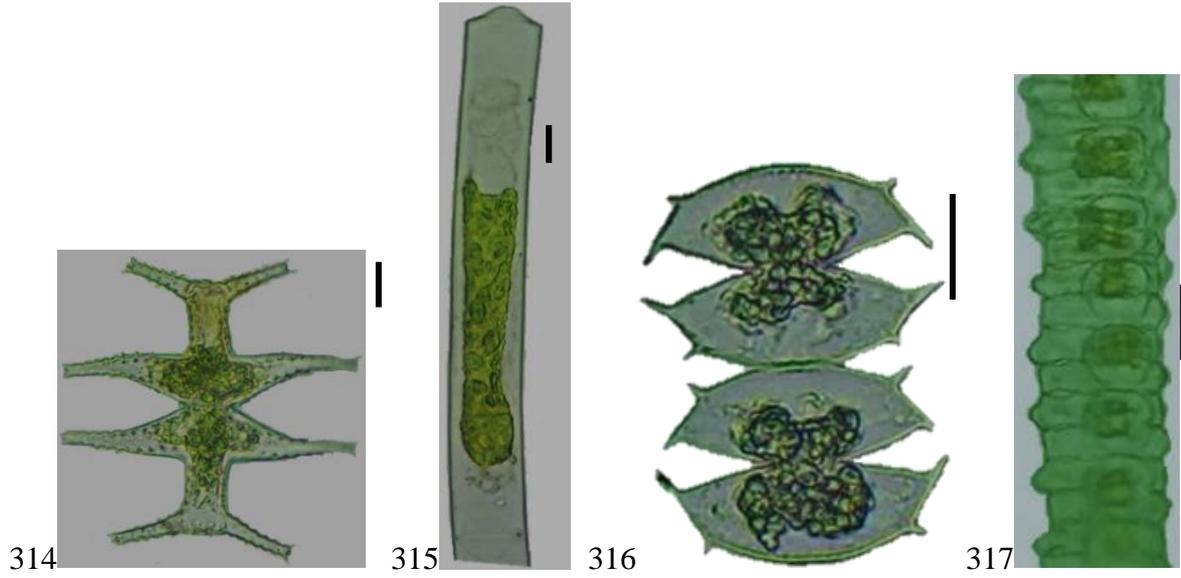
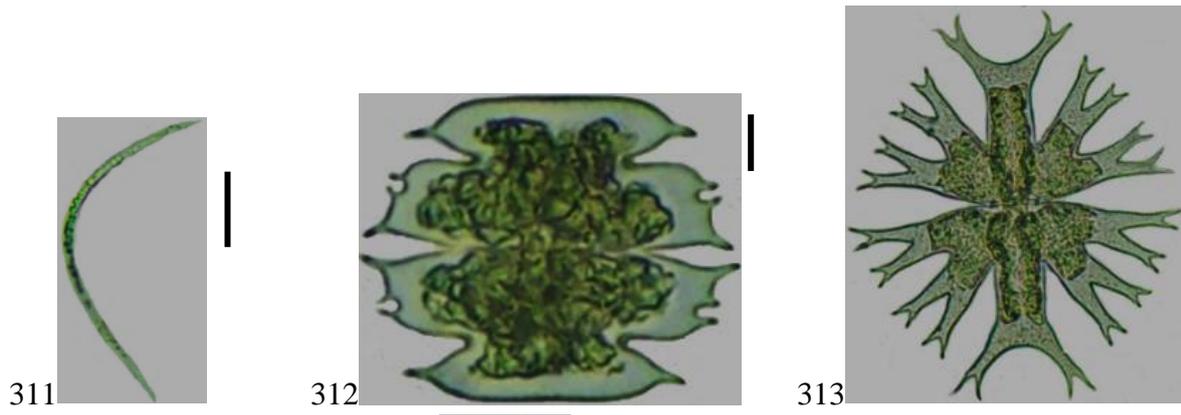


PLANCHE XXI

- 324) *Staurastrum ambigum* (L : 35-40 μm ; l : 15-25 μm ; I : 4-5 μm)
325) *Staurastrum anatinum* (L : 37-75 μm ; l : 20-40 μm ; I : 30-35 μm)
326) *Staurastrum arctiscon* (L : 90-120 μm ; l : 78-99 μm ; I : 20-26 μm)
327) *Staurastrum boreale* var. *quadriradiatum* (L : 30-33 μm ; l : 24-30 μm ; I : 3-5 μm)
328) *Staurastrum brachioprominens* var. *archerianum* (L : 33-52 μm ; l : 17-30 μm ; I : 5-7 μm)
329) *Staurastrum chaetoceras* (L : 35-40 μm ; l : 40-45 μm ; I : 6-7 μm)
330) *Staurastrum caledonense* (L : 32-50 μm ; l : 30-45 μm ; I : 5-6 μm)
331) *Staurastrum circulus* (L : 16-40 μm ; l : 16-36 μm ; I : 5-6 μm)
332) *Staurastrum excavatum* (L : 38-55 μm ; l : 8-15 μm ; I : 5-6 μm)
333) *Staurastrum forficulatum* var. *minus* (L : 30-45 μm ; l : 18-36 μm ; I : 7-9 μm)
334) *Staurastrum fuellebornii* var. *bangweuluensis* (L : 50-80 μm ; l : 40-50 μm ; I : 5-6 μm)
335a – 335b) *Staurastrum furcatum* (L : 27-57 μm ; l : 20- 53 μm)
336) *Staurastrum ginzbergeri* (L : 62- 75 μm ; l : 46-52 μm ; I : 28-32 μm)
337) *Staurastrum gracile* (L : 28 μm ; l : 38 μm ; I : 8 μm)
338) *Staurastrum gracile* var. *coronulatum* (L : 25-27 μm ; l : 20-24 μm ; I : 5-7 μm)
339) *Staurastrum gracile* var. *elongatum* (L : 32 μm ; l : 21 μm ; I : 5 μm)
340) *Staurastrum leave* (L : 20-23 μm ; l : 15-24 μm ; I : 9 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

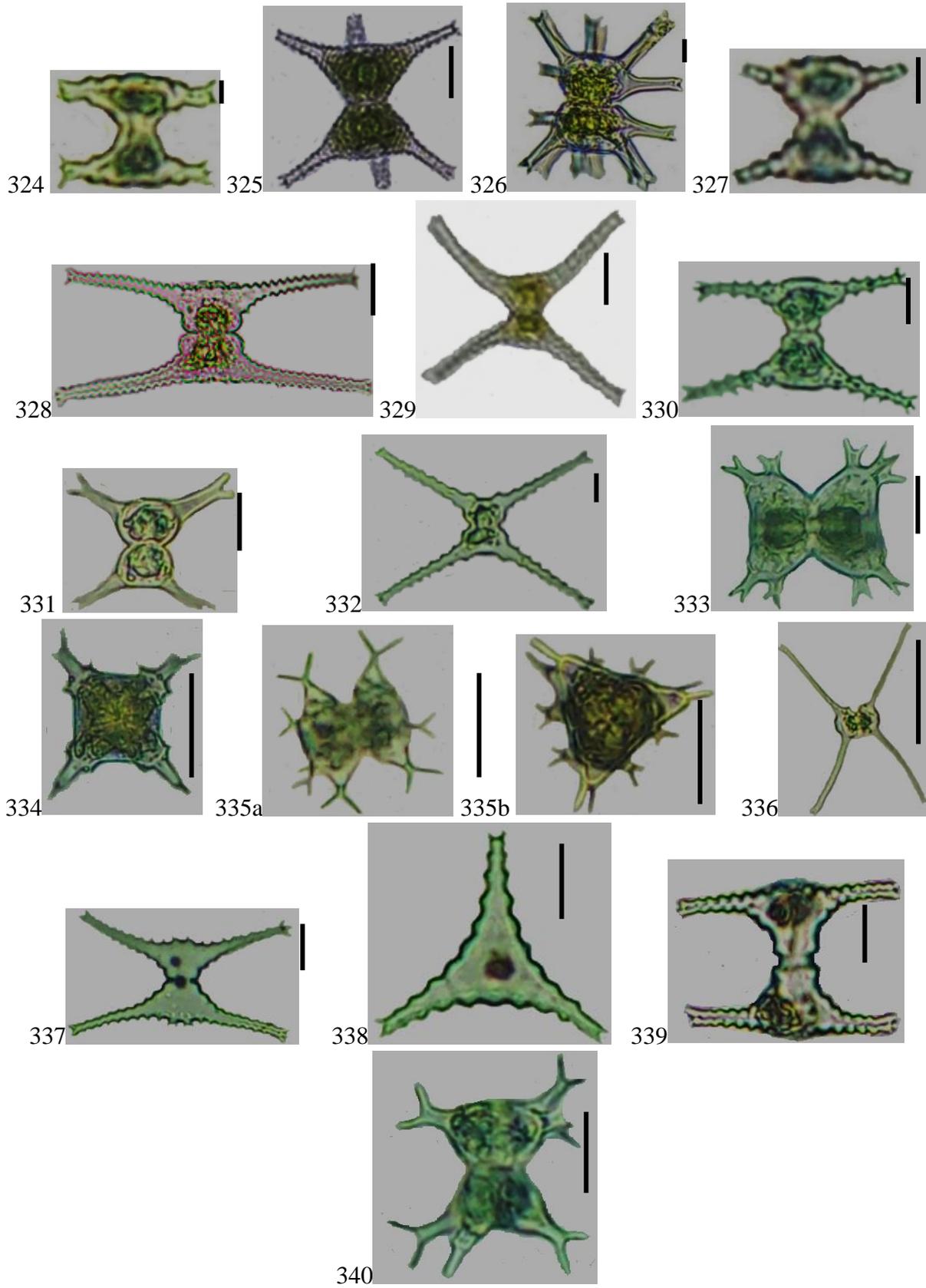


PLANCHE XXII

- 341) *Staurastrum leptocladum* var. *cornutum* (L : 30-50 μm ; l : 80-150 μm ; I : 8 μm)
- 342) *Staurastrum margaritaceum* (L : 28-32 μm ; l : 14-17 μm ; I : 7-8 μm)
- 343) *Staurastrum margaritaceum* var. *gracilius* (L : 29-32 μm ; l : 14-16 μm ; I : 7-8 μm)
- 344) *Staurastrum pelagicum* (L : 47 μm ; l : 41 μm ; I : 40 μm)
- 345) *Staurastrum pentasterias* (L : 29-30 μm ; l : 36-39 μm ; I : 10-12 μm)
- 346) *Staurastrum pingue* (L : 50-115 μm ; l : 24-36 μm)
- 347) *Staurastrum polymorphum* (L : 20-41 μm ; l : 19-30 μm)
- 348) *Staurastrum polymorphum* var *cinctum* (L : 20-40 μm ; l : 18-30 μm)
- 349) *Staurastrum pseudotetracerum* (L : 18-22 μm ; l : 25-30 μm ; I : 9-10 μm)
- 350) *Staurastrum unicolorne* (D: 28-35 μm)
- 351) *Staurastrum rotula* (L : 27 μm ; l : 23 μm ; I : 5-6 μm)
- 352a - 352b) *Staurastrum setigerum* var. *occidentalis* (L : 48 μm ; l : 43 μm ; I : 41 μm)
- 353) *Staurastrum setigerum* (L : 45-48 μm ; l : 42-45 μm ; I : 40-41 μm)
- 354) *Staurastrum subarcuatum* (L : 20-24 μm ; l : 29-30 μm ; I : 7-9 μm)
- 355) *Staurastrum tohopekaligense* var. *trifurcatum* (L : 50-70 μm ; l : 45-55 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

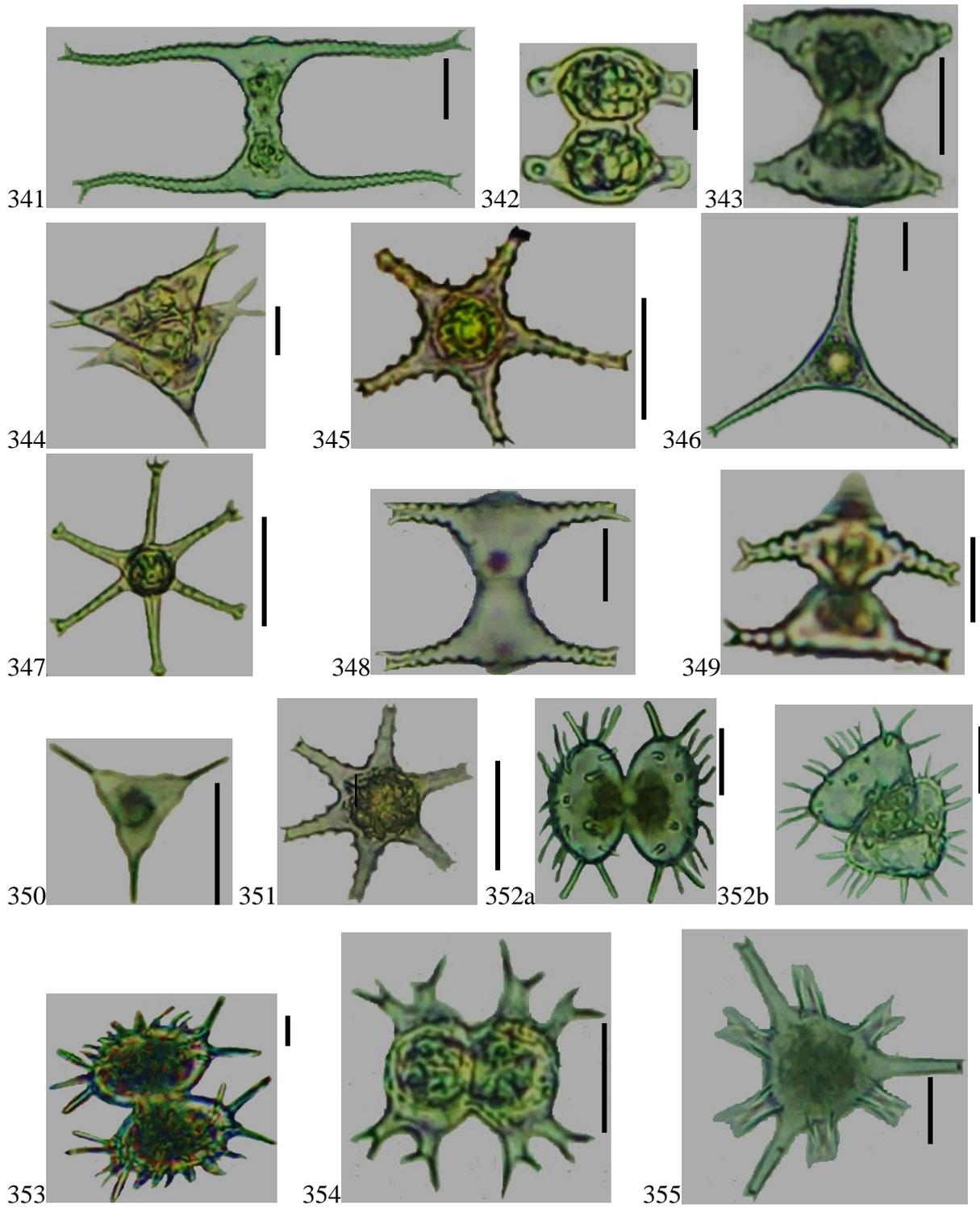


PLANCHE XXIII

- 356) *Staurastrum volans* (L : 34-45 µm ; l : 13-16 µm ; I : 5,5-6 µm)
357) *Staurastrum* sp. 1 (L : 15-17 µm ; l : 13-15 µm ; I : 5-6 µm)
358) *Staurastrum* sp. 2 (L : 34-45 µm ; l : 13-16 µm ; I : 5-7 µm)
359) *Stauroidesmus brebissonii* (L : 45µm ; l : 45 µm ; I : 15-25 µm)
360) *Stauroidesmus cuspidatus* (L : 20-35 µm ; l : 18-30 µm ; I : 5-6 µm)
361) *Stauroidesmus dejectus* (L : 16-40 µm ; l : 16-36 µm ; I : 5-6 µm)
362) *Stauroidesmus mucronatus* var *subtriangularis* (L: 26-32 µm ; l : 25-27 µm ; I: 8-8,5 µm)
363) *Stauroidesmus triangularis* (L : 18-29 µm ; l : 17-22 µm ; I : 5-6 µm)
364) *Teilingia granulata* (L : 8-10 µm ; l : 6,5-7,4 µm)
265) *Triploceras gracile* (L : 450-500 µm ; l: 33-35 µm; I: 25-38 ; A : 25-40 µm)
366a - 366b) *Xanthidium antilopaeum* (L : 60-68 µm ; l : 53-57 µm ; I : 19-21 µm)
367) *Xanthidium hastiferum* (L : 55-59 µm ; l : 47-51 µm ; I : 15-20 µm)
368) *Xanthidium* sp. (L : 45-50 µm ; l : 40-43 µm ; I : 23 µm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 µm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

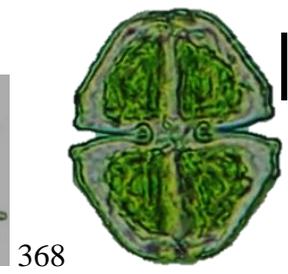
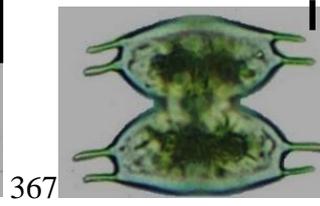
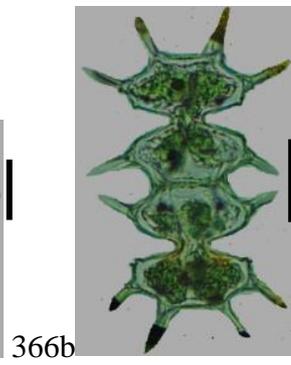
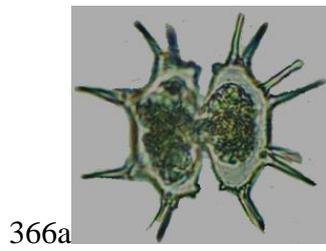
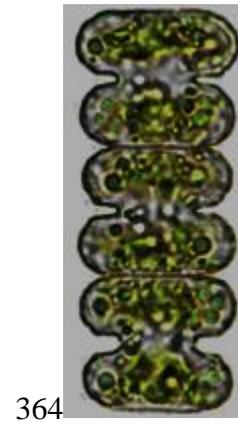
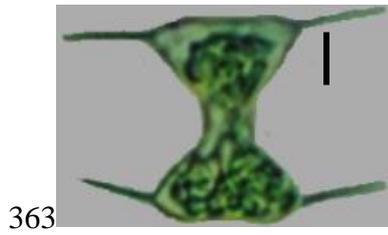
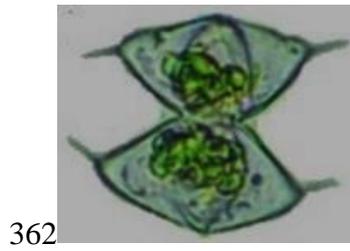
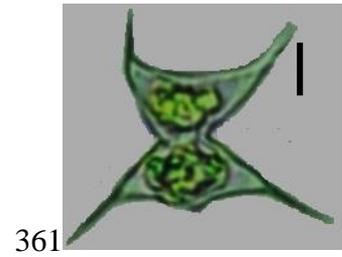
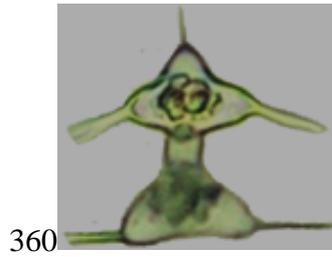
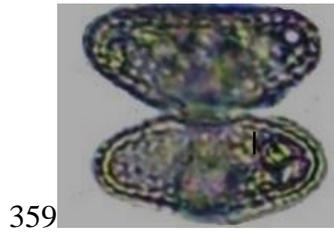
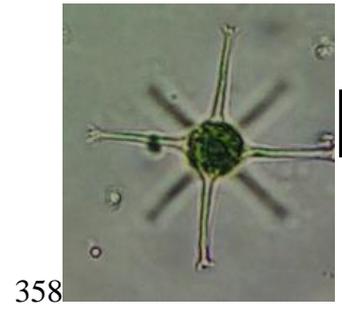
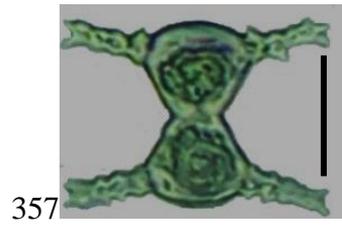
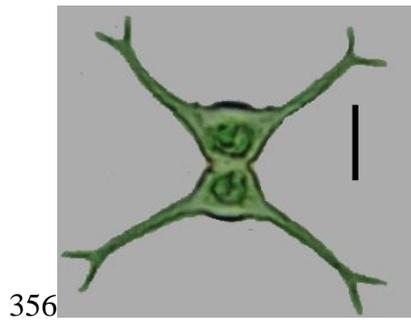


PLANCHE XXIV

- 369) *Spirogyra* sp. (L : 70-180 μm ; l : 50-90 μm).
- 370) *Zygnema amosum* (L : 24-28 μm ; l : 10-25 μm)
- 371) *Mesotaenium macrococcum* (L : 22-35 μm ; l : 11-20 μm)
- 372a - 372b) *Netrium pseudactinotaenium* (L : 130-350 μm ; l : 40-80 μm)
- 373) *Gonatozygon monotaenium* (L : 178-186 μm ; l : 7-8 μm)
- 374) *Eudorina elegans* (D col : 72-90 μm)
- 375) *Eudorina unicocca* (D col : 70-92 μm)
- 376) *Pandorina morum* (L : 37-56 μm ; l : 29-47 μm)
- 377) *Volvox aureus* (D col : 1000- 1500 μm)
- 378) *Volvox carteri* (D col : 800- 1000 μm)
- 379) *Bulbochaete* sp. (L : 21- 45 μm ; l : 13,5-16,5 μm)
- 380a-380c) *Oedogonium* sp. (L : 40-80 μm ; l : 8-11 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

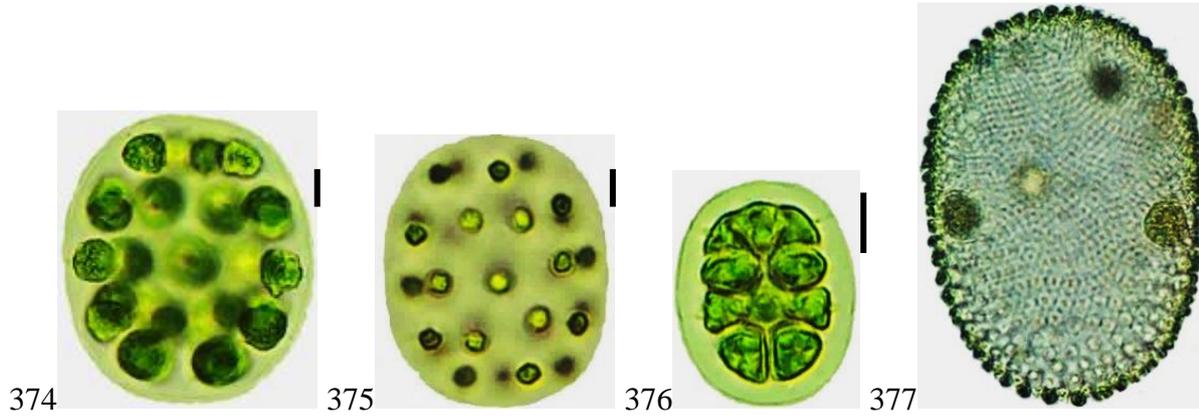
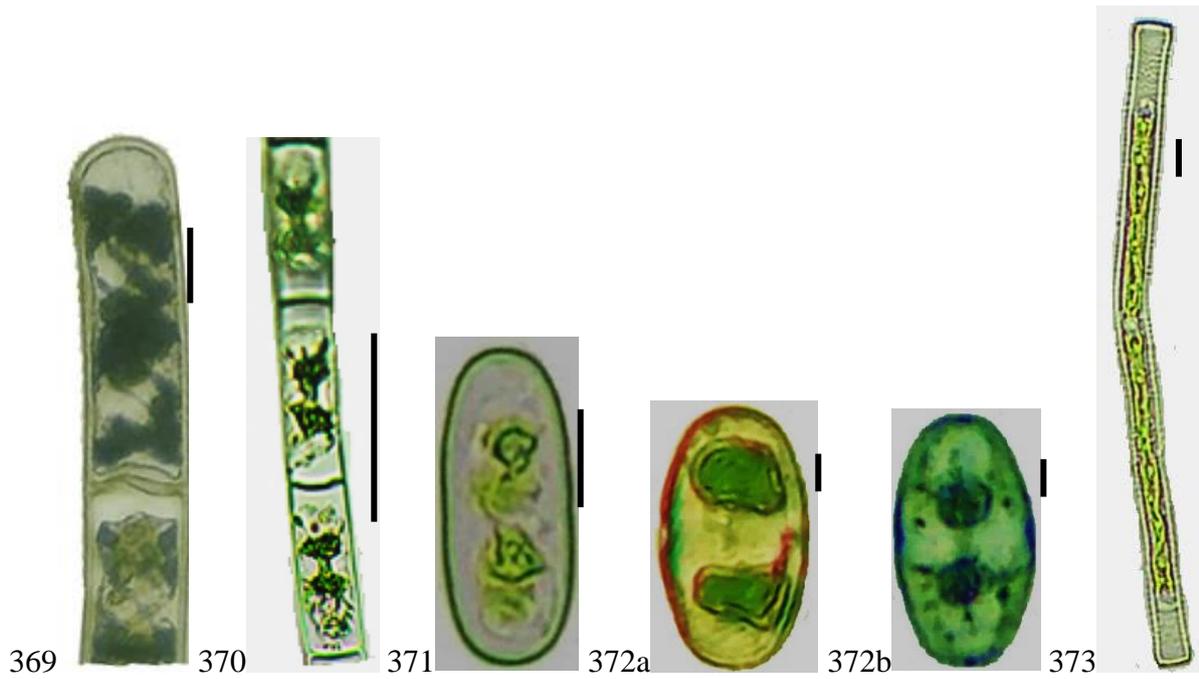


PLANCHE XXV

- 381) *Gymnodinium uberrimum* (L: 27-30 μm ; l: 22-25 μm)
- 382) *Karenia* sp (L: 30-35 μm ; l: 25- 30 μm)
- 383) *Peridinium cinctum* (L: 23-60 μm ; l: 24-52 μm)
- 384a- 384b) *Peridinium inconspicuum* (L : 22-53 μm ; l : 17-45 μm)
- 385) *Sphaerodinium fimbriatum* (L : 23-59 μm ; l: 24-51 μm)
- 386) *Sphaerodinium* sp. (L : 22-53 μm ; l: 17-45 μm)
- 387a - 387b) *Cryptomonas* sp. (L : 40 μm ; l: 20 μm)
- 388) *Acanthoceras zachariasii* (L: 54,5-74,5 μm ; l: 8,6-17,7 μm)
- 389) *Achnanthes* sp. (L : 49-55 μm ; l : 9-14 μm)
- 390) *Asterionella formosa* (L : 27-43 μm ; l : 2-3 μm)
- 391) *Aulacoseira ambigua* (L : 8-27 μm ; l : 3-11 μm)
- 392) *Aulacoseira ambigua* f. *japonica* (L : 27-50 μm ; l : 2-6 μm)
- 393) *Aulacoseira granulata* (L : 20-32 μm ; l : 5-12 μm ; 10 st/10 μm)
- 394) *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (L : 21-43 μm ; l : 2-6 μm)
- 395) *Caloneis* cf. *aemula* var. *ventricosa* (L : 35-45 μm ; l : 3-6 μm)
- 396) *Caloneis* sp. (L : 30-40 μm ; l : 4-6 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

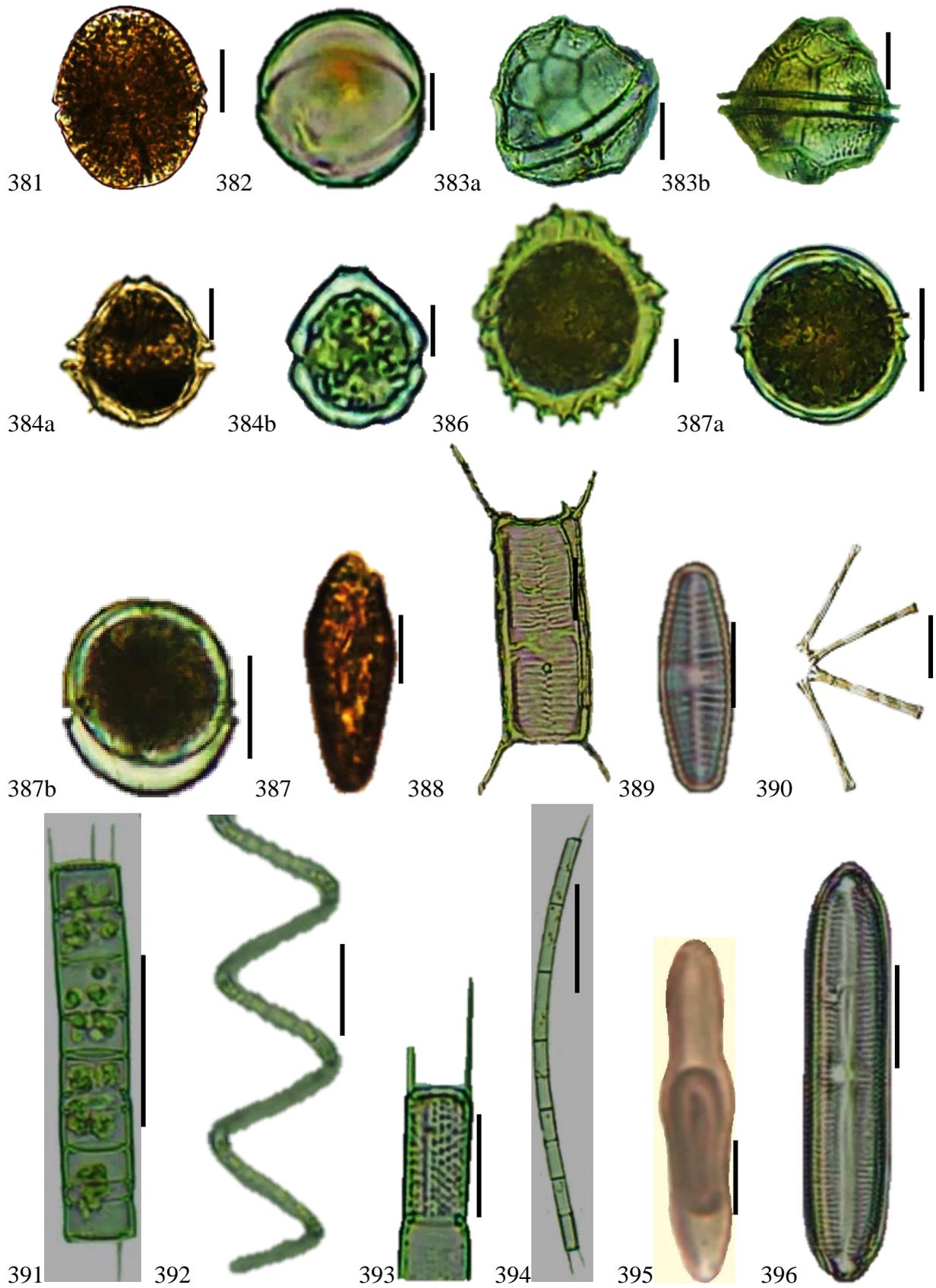


PLANCHE XXVI

397) *Chaetoceros* sp. (D : 18-25 μm)

398) *Craticula cuspidate* (L : 100-150 μm ; l : 25-35 μm)

399) *Cyclotella* sp. (L : 17 μm ; l : 9-12 μm)

400) *Encyonema* sp. (L : 37 μm ; l : 6 μm)

401) *Eunotia asterionelloides* (L : 25-45 μm ; l : 4-5 μm)

402) *Eunotia bilunaris* (L : 40-45 μm ; l : 3-4 μm)

403) *Eunotia flexuosa* (L : 129-249 μm ; l : 4-7 μm)

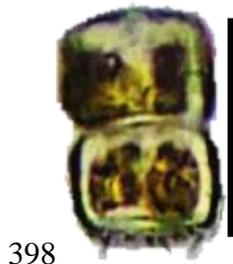
404) *Eunotia incisa* (L : 27-38 μm ; l : 4,5-5,7 μm)

405) *Actinella brasiliense* (L : 100-150 μm ; l : 4-5 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.



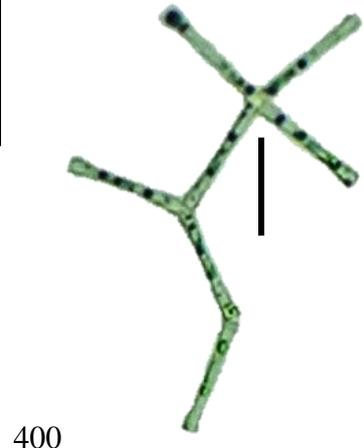
397



398



399



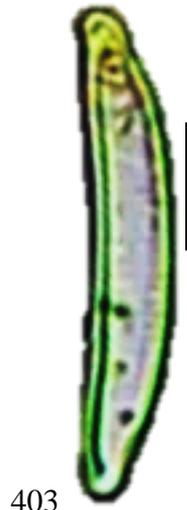
400



401



402



403



404

PLANCHE XXVII

- 405) *Eunotia monodon* var. *bidens* (L : 46-68 μm ; l : 10-14 μm)
406) *Eunotia pectinalis* (L : 37 μm ; l : 6 μm)
407a-4087) *Eunotia rabenhorstiana* (L : 23-26 μm ; l : 6,5-7 μm)
408) *Eunotia* sp. (L : 20-40 μm ; l : 2,5-5 μm)
409) *Fragilaria crotonensis* (L : 88-130 μm ; l : 3-4 μm)
410) *Frustulia crassinervia* (L : 35- 48 μm ; l : 14-18 μm)
411) *Gomphonema affine* (L : 30-47 μm ; l : 8-11 μm ; 10-13st/10 μm)
412) *Gomphonema augur* var. *turris* (L : 45- μm ; l : 12-14 μm ; 10-13st/10 μm)
413) *Gomphonema* sp. (L : 75-90 μm ; l : 9-14 μm)
414) *Gyrosigma spenceri* (L : 90-110 μm ; l : 12-15 μm)
415) *Hantzschia amphioxys* (L : 28-69 μm ; l : 6-8 μm)
416) *Navicula cryptocephala* (L : 29-35 μm ; l : 5-7 μm)
417) *Neidium* sp.1 (L : 40-42 μm ; l : 13-15 μm)
418) *Neidium* sp.2 (L : 38-45 μm ; l : 10-15 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

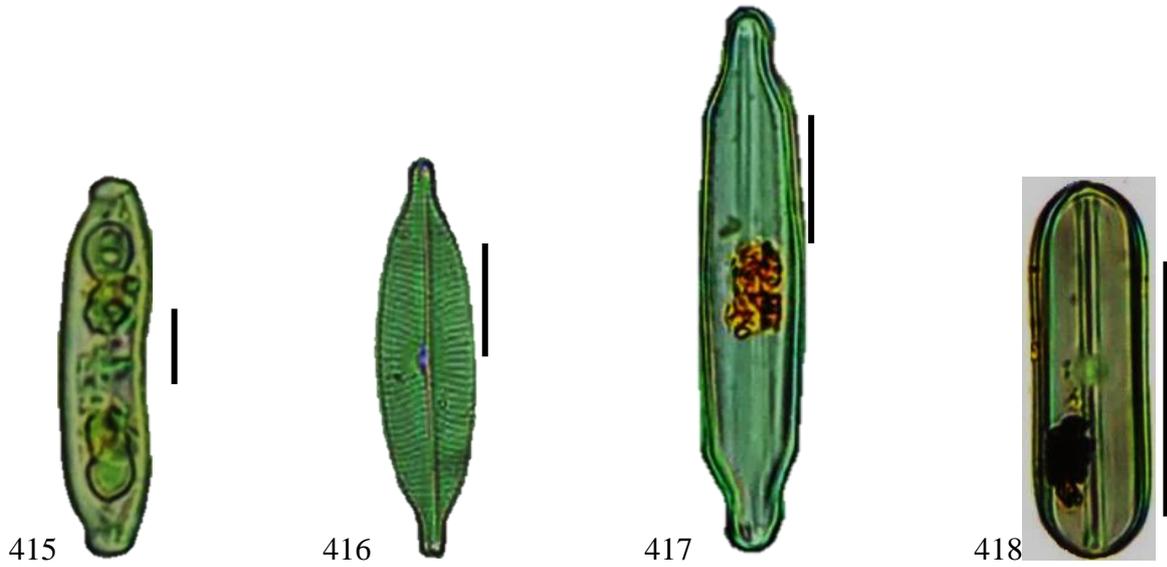
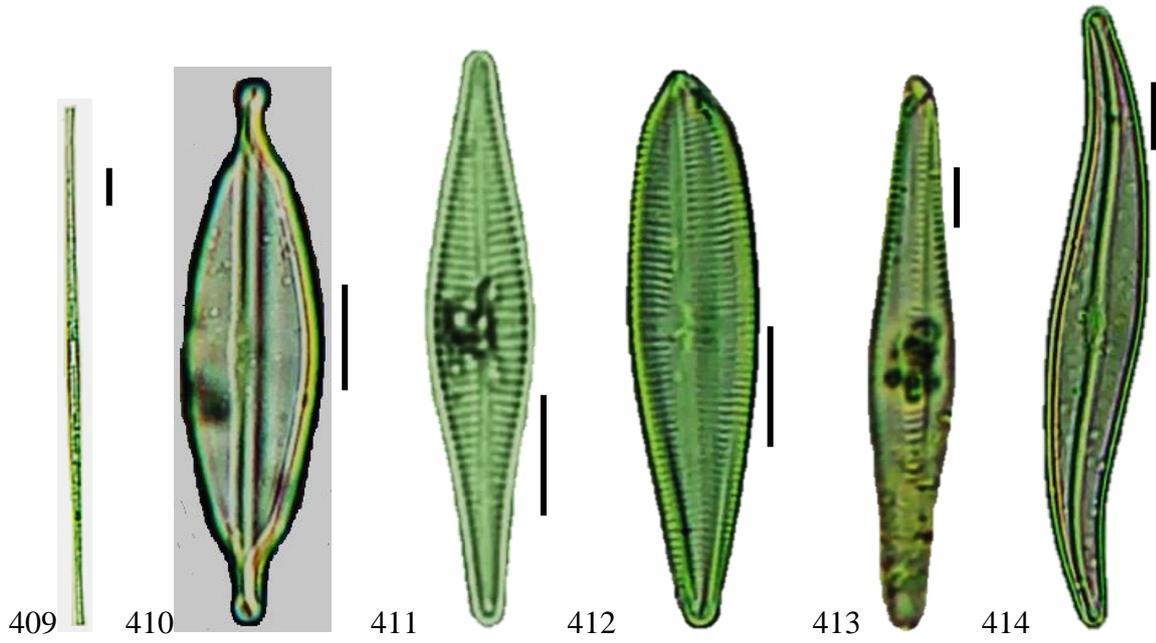
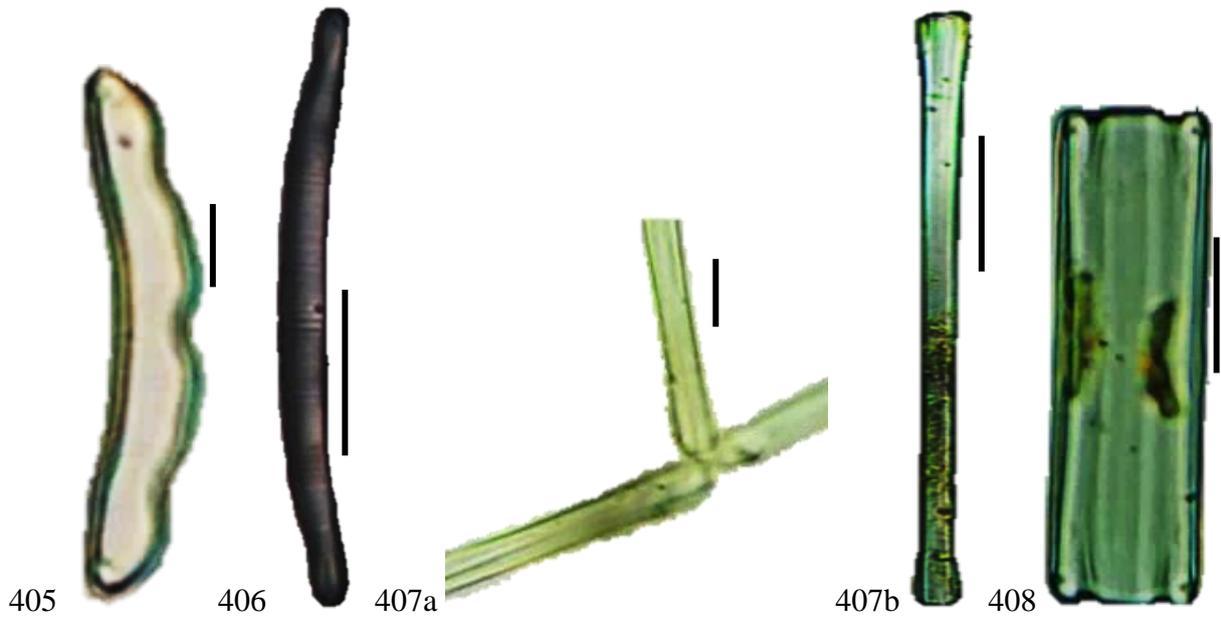


PLANCHE XXVIII

- 419) *Nitzschia nana* (L : 85-180 μm ; l : 6-10 μm ;)
420) *Nitzschia palea* (L : 26-50 μm ; l : 3-5 μm)
421) *Nitzschia sigma* (L : 25-70 μm ; l : 4-7 μm)
422) *Stenopterobia intermedia* (L : 120-350 μm ; l : 6-10 μm)
423) *Nitzschia vermicularis* (L : 140-190 μm ; l : 6-8 μm)
424) *Pinnularia acrosphaeria* (L : 80-134 μm ; l : 18-24 μm)
425) *Pinnularia divergens* var. *malayensis* (L : 53-75 μm ; l : 10-15 μm)
426) *Pinnularia neomajor* (L : 180-280 μm ; l : 25-42 μm)
427) *Pinnularia nodosa* (L : 29 μm ; l : 5 μm)
428) *Pinnularia viridis* (L : 47-93 μm ; l : 8-16 μm)
429) *Pinnularia* sp. (L : 35 μm ; l : 5 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

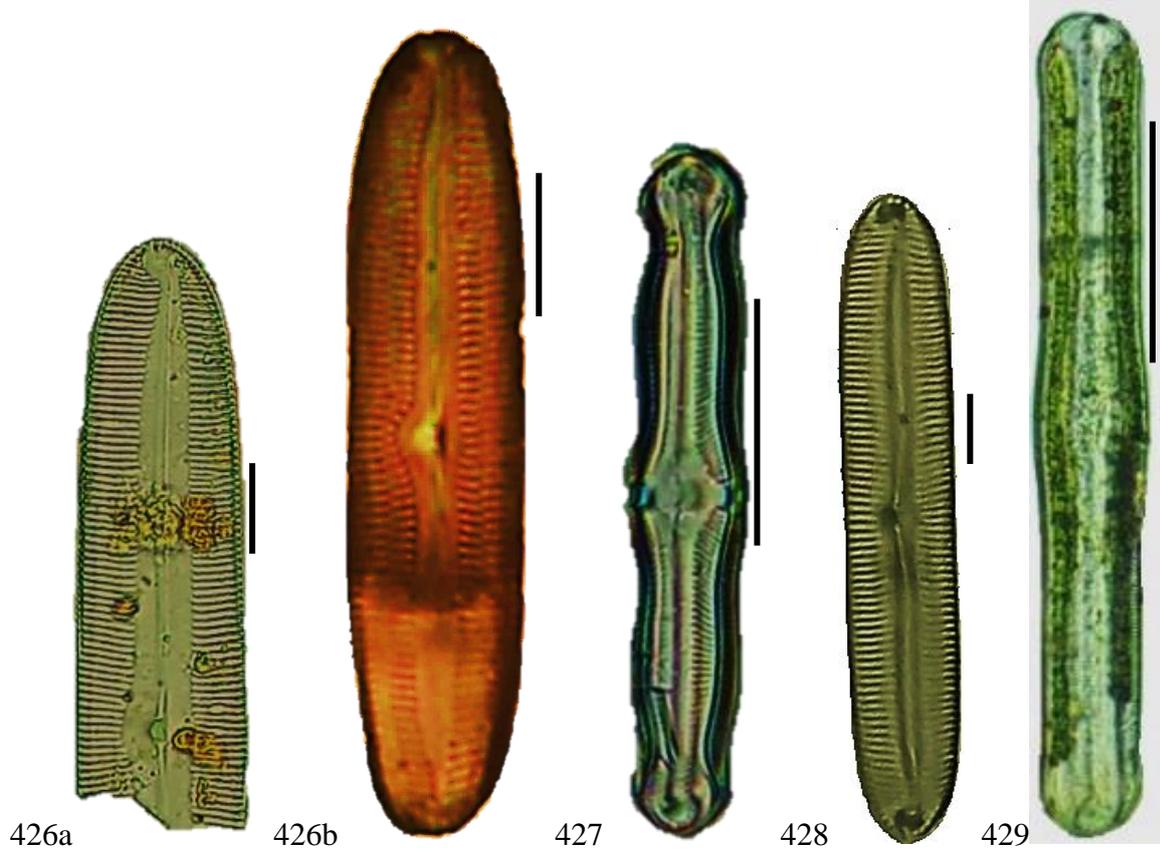
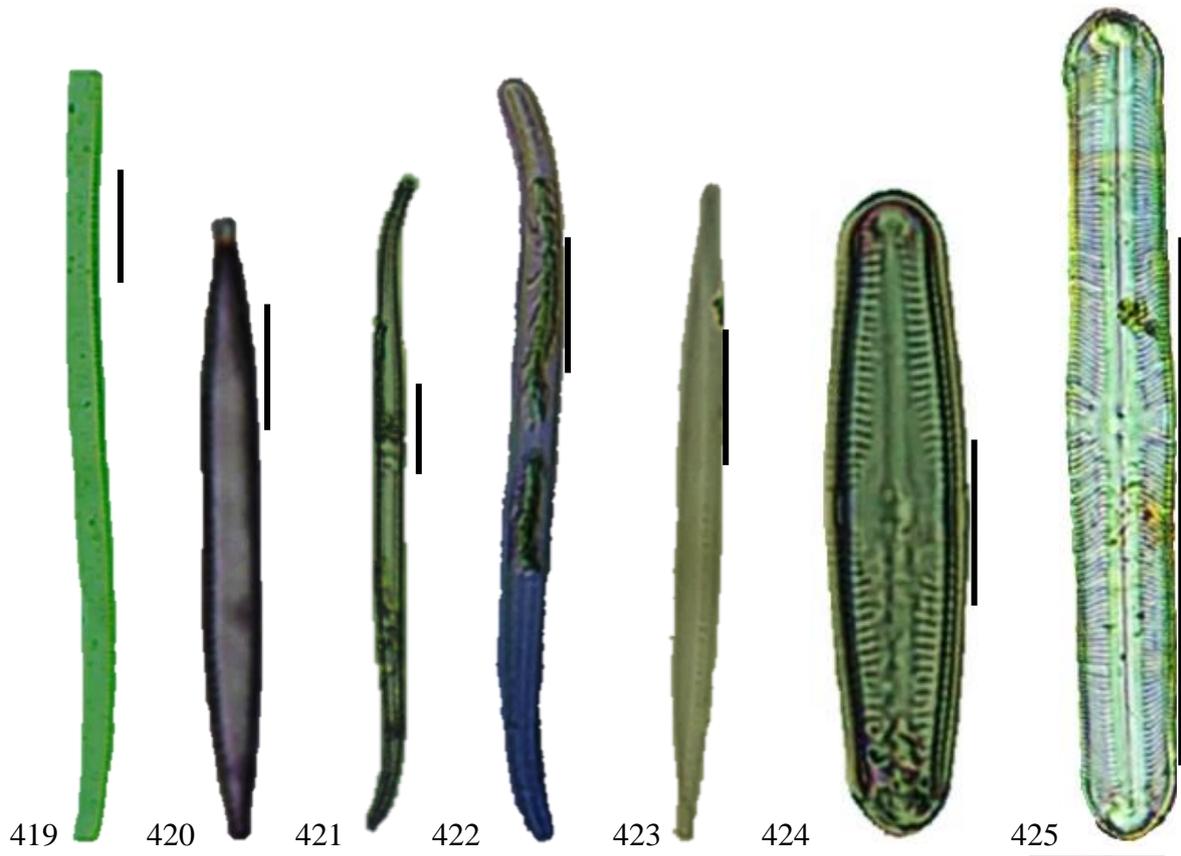


PLANCHE XXIX

- 430) *Pinnularia* sp.1 (L : 35-60 μm ; l : 6,5-9 μm)
431) *Pinnularia* sp.2 (L : 44-70 μm ; l : 6-9 μm)
432) *Pinnularia* sp.3 (L : 40-52 μm ; l : 6-7 μm)
433) *Sellaphora pupula* (L : 27-31 μm ; l : 7,5-8 μm)
434) *Stauroneis anceps* (L : 47-100 μm ; l : 10-18 μm).
435) *Stauroneis sphoenicenteron* (L : 78-190 μm ; l : 20-42)
436) *Surirella constricta* (L : 70-80 μm ; l : 20-29 μm)
437) *Surirella* sp. (L : 98-105 μm ; l : 18-22 μm)
438) *Iconella tchadensis* (L : 100-110 μm ; l : 30-35 μm)
439) *Ulnaria ulna* (L : 80-170 μm ; l : 6-15 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.

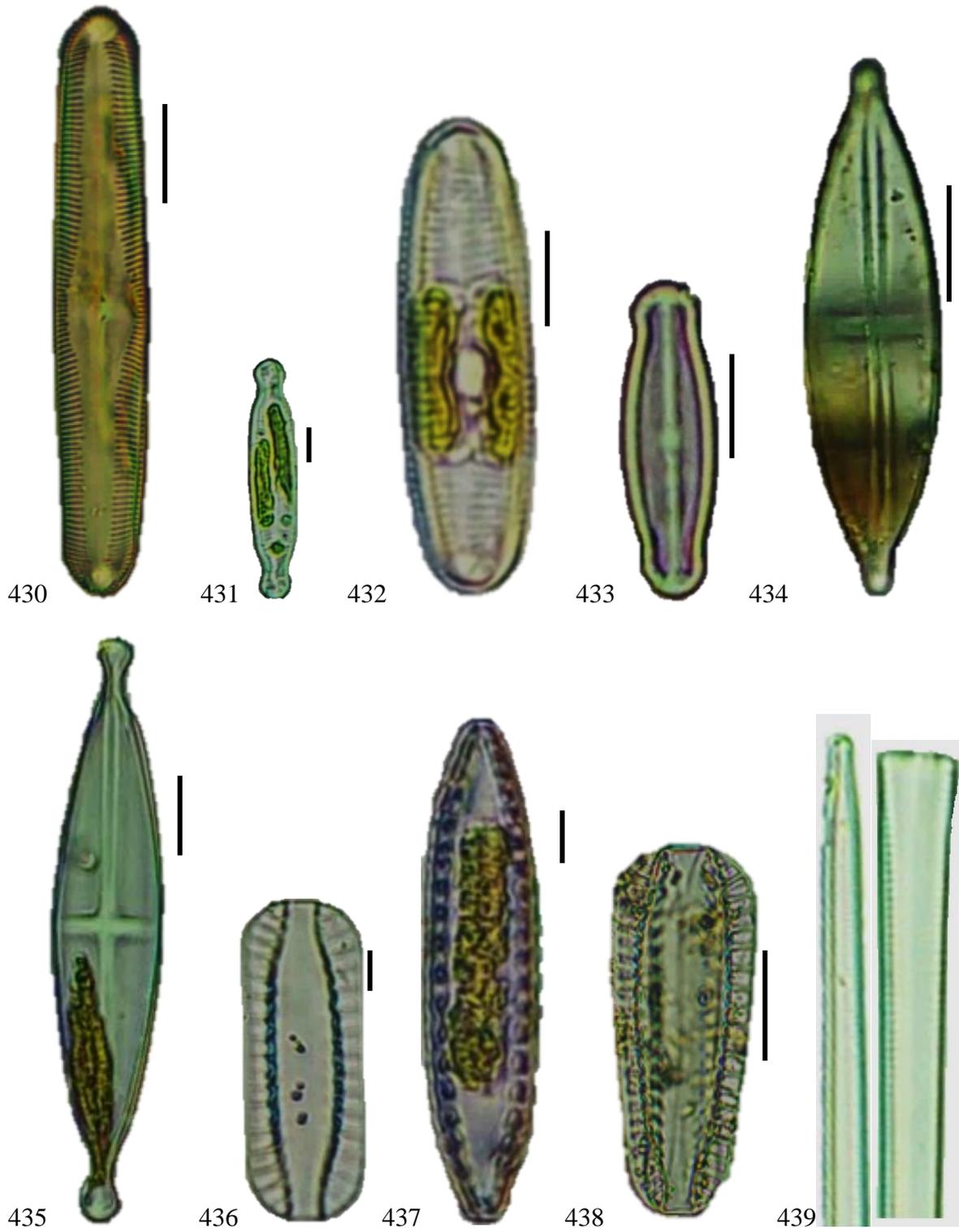
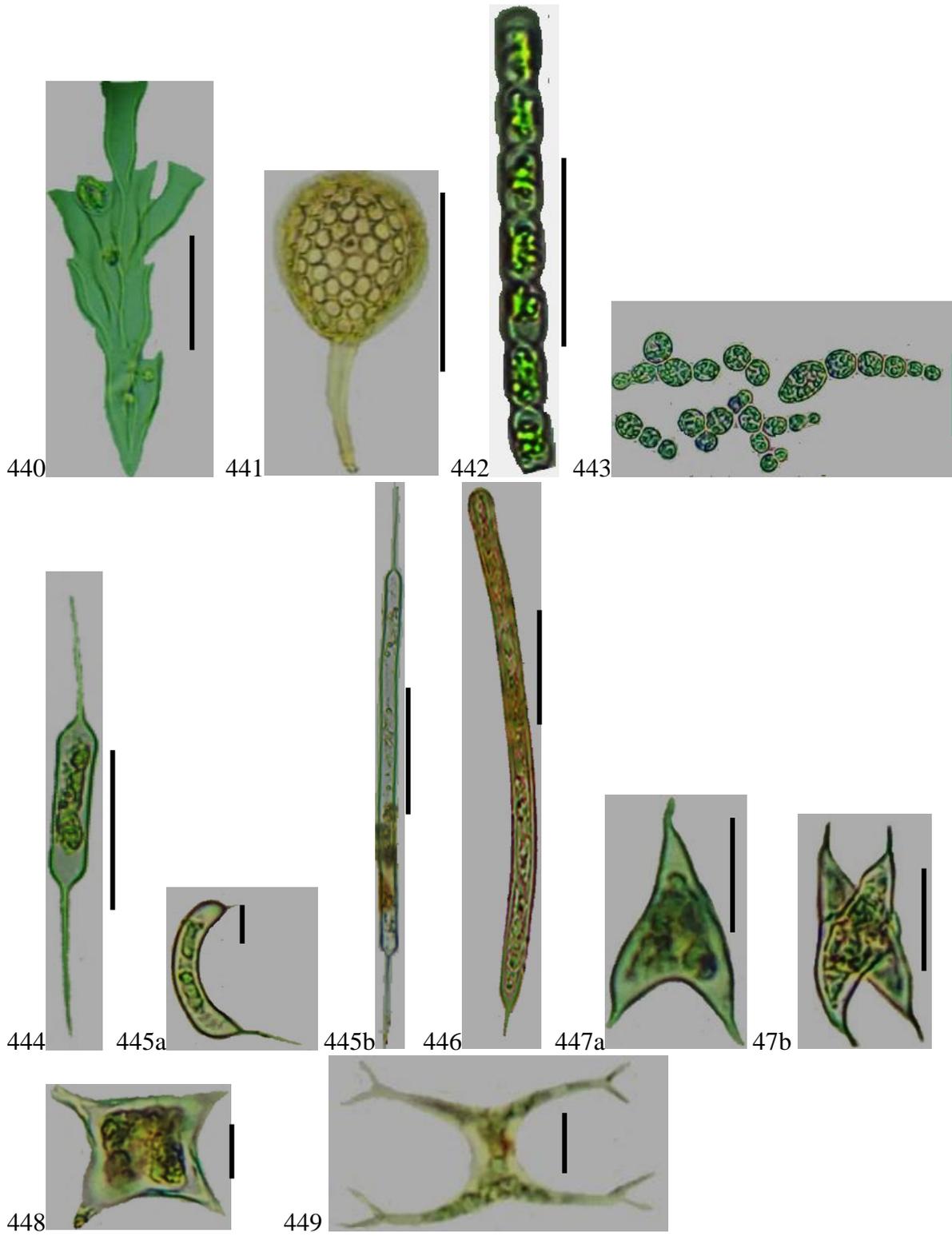


PLANCHE XXX

- 440) *Dinobryon sertularia* (L : 28-34 μm ; l : 7-9 μm)
441) *Synura curtispina* (D : 7-17 μm)
442) *Xanthonema* sp. (L : 12-25 μm , l : 10 μm)
443) *Heterococus fuormensis* (L : 5-8 μm ; l : 2-4 μm)
444) *Centrtractus belonophorus* (L: 25-30 μm ; l : 6-14 μm)
445a - 445b) *Ophiocytium capitatum* (L: 35-42 μm ; l : 4-6 μm)
446) *Ophiocytium cochleare* (L : 45-50 μm ; l : 4-7 μm)
447a - 447b) *Tetraplektron torsum* (l : 40-49 μm ; E : 3-4 μm)
448) *Tetraedriella gigas* (l : 27,8 μm ; E : 3 μm)
449) *Isthmochloron* sp. (L : 25-30 μm ; l : 45-70 ; E : 6 μm)

NB : Les traits d'échelle des illustrations représentent 10 μm ; L : longueur ; l : largeur ; D col : diamètre de la colonie ; D cel : diamètre de cellule ; D cén : diamètre de cénobe ; I : isthme.



Résumé

La qualité écologique des lacs Dohou et Buyo a été évaluée à travers les communautés phytoplanctoniques et les paramètres physicochimiques (température, pH, oxygène dissous, conductivité, transparence, profondeur, azote total, phosphore total, nitrates et nitrites) d'octobre 2017 à septembre 2018. La composition taxinomique, la densité, la structure, la chlorophylle *a*, les indices de trophie et de qualité écologique ainsi que les groupes fonctionnels ont été analysés dans les lacs Dohou et Buyo, en relation avec les paramètres physicochimiques. Un total de 449 taxons composés de Chlorophyta (234 taxons), Euglenophyta (92 taxons), Cyanobacteria (54 taxons), Bacillariophyta (52 taxons) et autres (Pyrrhophyta, Chrysophyta, et Xanthophyta) (17 taxons) ont été inventoriés. Pour la richesse spécifique, 372 taxons ont été récoltés dans le lac Dohou et 339 dans le lac Buyo avec 262 taxons en communs. Dans chacun des lacs, les Chlorophyta et Euglenophyta sont les plus diversifiés des communautés phytoplanctoniques. Les densités phytoplanctoniques, les indices de diversité, les teneurs chlorophylle *a* présentent des différences significatives au niveau saisonnier dans chacun des lacs. La communauté phytoplanctonique est dominée par les cyanobactéries et les Bacillariophyta. Une ressemblance est observée au niveau de la flore inventoriées dans les stations d'échantillonnage de chacun des lacs. Les espèces *Planktolyngbya limnctica*, *Asterionella formosa* et *Pseudanabaena limncticus*, *Microcystis aeruginosa* sont les plus expressives respectivement dans lacs Dohou et Buyo. Pour la distribution des espèces, la température, la transparence, la conductivité, l'azote total et la profondeur sont les plus déterminants. La classification trophique a permis de révéler les caractères eutrophes de chacun des lacs exceptée les stations G6 et G7 hypertrophes du lac Buyo. Les valeurs de l'indice phytoplanctonique de chacun des lacs correspondent aux états écologiques "moyen". Au niveau des assemblages d'espèces dominantes, aucune différence significative spatio-temporelle n'est observée. Cependant, les groupes fonctionnels les plus dominants des deux milieux sont les groupes C, S1, LM, K pour le lac Dohou et les groupes LM, C, S1 pour le lac Buyo tous caractéristiques des milieux eutrophes.

Mots clés : Communautés phytoplanctoniques, diversité, chlorophylle *a*, qualité écologique, paramètres physicochimiques, lac Dohou, lac Buyo.

Abstract

Ecological quality of Dohou and Buyo Lakes was assessed through phytoplankton communities and physicochemical parameters (temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, transparency, depth, total nitrogen, total phosphorus, nitrates and nitrites) from October 2017 to September 2018. Taxonomic composition, density, structure, chlorophyll *a*, trophic and ecological quality indices and functional groups were analyzed in Dohou Lake and Buyo Lake relation to physico-chemical parameters. 449 taxa (species and varieties) composed of Chlorophyta (234 taxa), Euglenophyta (92 taxa), Cyanobacteria (54 taxa), Bacillariophyta (52 taxa) and others (Pyrrhophyta, Chrysophyta, and Xanthophyta) (17 taxa) were inventoried. For species richness, 372 taxa were collected in Dohou Lake and 339 in Buyo Lake with 262 taxa in common. In each of the lakes, Chlorophyta and Euglenophyta are the most diverse phytoplankton communities. Phytoplankton densities, diversity indices and chlorophyll *a* show significant differences at the seasonal level and from in each lake. Phytoplankton community is dominated by Cyanobacteria and Bacillariophyta. A similarity is observed in the flora inventoried at the sampling stations in each of the lakes. *Planktolyngbya limnctica*, *Asterionella formosa* and *Pseudanabaena limncticus*, *Microcystis aeruginosa* are the most expressive respectively in Dohou and Buyo Lakes. Species distribution is influenced by temperature, transparency, conductivity, total nitrogen and depth. Trophic classification revealed the eutrophic characteristics of each of the lakes except for the hypertrophic stations G6 and G7 in Buyo Lake. Phytoplankton index values for each of the lakes correspond to the "average" ecological states. No significant spatio-temporal differences were observed in the dominant species assemblages. However, the most dominant functional groups of the two environments are C, S1, LM, K for Dohou Lake and LM, C, S1 for Buyo Lake, all characteristic of eutrophic environment.

Keywords: Phytoplankton communities, Diversity, Chlorophyll *a*, Ecological quality, Physicochemical parameters, Dohou Lake, Buyo Lake.