

Grain

3^e CYCLE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

N° D'ORDRE 831

THÈSE

PRÉSENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE CLERMONT II
U.E.R. de Recherche Scientifique et Technique

EN VUE DE L'OBTENTION

DU TITRE DE

DOCTEUR DE 3^e CYCLE

PAR

SIRIKI DRISS

et ALADUI MHAMDI Mohammed

DYNAMIQUE DES POPULATIONS ET EVOLUTION
METABOLIQUE D'UN LAC EUTROPHE
(Lac Aydat, PUY de DÔME, France)

Soutenue publiquement : 10 juillet 1985 devant la commission d' examen:

M M.P. de PUYTORAC President

J. GRAIN

P. MIGNOT

J. DEVAUX

N. LAIR

Rapporteur

MOTS CLES

Phytoplancton, Glucides, Protéines, Nitrate-réductase, Successions écologiques
Analyse en Composantes Principales.

RESUME

Dans le cadre d'une action pluridisciplinaire relative à l'étude du phénomène d'eutrophisation des écosystèmes limniques notre étude a porté sur le peuplement phytoplanctonique du lac d'Aydat.

Situé à 825 m d'altitude dans le département du Puy-de-Dôme, ce lac dont l'origine est liée à l'activité volcanique, couvre une superficie de 60 ha pour une profondeur maximale de 15,5 m.

Il est essentiellement alimenté par une petite rivière, la Veyre, dont le débit moyen a été estimé à 340 l/s.

En raison d'une importante hétérogénéité horizontale dans la distribution du plancton, 3 points de prélèvements situés sur l'axe entrée de la Veyre -Emissaire ont été retenus. Les études réalisées à partir d'échantillonnages hebdomadaires ont porté sur les facteurs abiotiques (énergie lumineuse, température, composition chimique des eaux) et les peuplements phytoplanctoniques considérés tant du point de vue qualitatif que quantitatif (dénombrements cellulaires, biovolumes, pigments photosynthétiques) et métaboliques (activité Nitrate-réductase, production primaire, teneurs en Glucides Totaux, Solubles, Insolubles, en Protéines et acides aminés).

Les résultats obtenus confirment le caractère eutrophe attribué à ce lac par LARUE (1958) et MILLERIOUX (1976). Les eaux apparaissent turbides avec une absorption préférentielle des longueurs d'ondes bleues du spectre lumineux en raison de la richesse des eaux en pigments photosynthétiques. L'évolution spatiotemporelle des teneurs en Azote et Phosphore apparaît peu corrélée aux grandes phases de développement du peuplement phytoplanctonique. Celui-ci est alternativement dominé par les Diatomées *Melosira italica* en hiver, *Fragilaria crotonensis* au printemps et au début de l'été et des Cyanophycées du genre *Anabaena* à la fin de l'été et en automne.

Les biomasses algales varient de 0,1 à 11,5 mg/l alors que la production primaire toujours supérieure à 10 mgC/m³.h, atteint un maximum de 95 mgC/m³.h.

Les teneurs en Glucides et Protéines apparaissent comme de bonnes estimations de la biomasse algale. Les rapports Glucides Insolubles/Glucides Solubles et Acides Aminés/Protéines fournissent, pour leur part, des indications sur l'état physiologique du peuplement. En fonction de l'importance des réserves Azotées du milieu, de l'intensité lumineuse et de la température, il apparaît une orientation métabolique différente des peuplements quant aux synthèses glucidiques et protéiques.

L'évolution temporelle de la structure du peuplement ne permet pas d'identifier une succession écologique bien définie. L'ajustement du modèle de MANDELBROT des fréquences relatives des biomasses spécifiques exprimées en moyenne pondérée sur la zone 0-4 m permet d'interpréter l'évolution du peuplement à partir des valeurs des paramètres γ et β du modèle. Une analyse en composantes principales réalisée sur les données reçues dans la zone 0-4 m permet une synthèse très satisfaisante des observations et en particulier une caractérisation métabolique des divers peuplements rencontrés.

18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

	Pages
AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION : LAC D'AYDAT	3
CHAPITRE I : METHODOLOGIE	6
A - STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE	6
B - PARAMETRES ABIOTIQUES	6
1 - Examen physique	6
a) Energie lumineuse	6
b) Transparence	12
c) Température	12
d) Conductivité	12
2 - Examen chimique	12
a) Oxygène dissous	12
b) pH	12
c) Carbone assimilable	13
d) Silice	13
e) Calcium et magnésium	13
f) Sodium et Potassium	13
g) Chlorures	13
h) Azote	13
1. Ammoniaque	13
2. Nitrites	14
3. Nitrates	14
i) Phosphore	14
C - PARAMETRES BIOTIQUES "CLASSIQUES"	14
1 - Phytoplancton	14
a) Aspect qualitatif	14
b) Aspect quantitatif	14
2 - Dosage des pigments photosynthétiques	15
3 - Dosage des Adénosines'-Phosphate	17
4 - Production primaire	18
D - DOSAGE DES GLUCIDES	
PHYTOPLANCTONIQUES	19
1 - Rappel biochimique : structure et propriétés des glucides	19
a) Classification	19
b) Les monomères	19

c) Les polymères	21
d) Propriétés physiques et chimiques	21
1. Propriétés physiques	21
2. Propriétés chimiques	22
2 - Méthodes d'analyse des glucides particulières	22
a) Généralités	22
1. Extraction	22
2. Dosage des glucides	25
b) Méthodologie retenue	26
1. Extraction	26
2. Dosage des glucides	26
c) Mise au point expérimentale	29
E - DOSAGE DES PROTEINES	
PHYTOPLANCTONIQUES	31
1 - Rappel biochimique	31
a) Constitution	31
b) Synthèse	33
c) Propriétés	33
2 - Dosage des protéines	34
a) Généralités	35
b) Méthodologie	35
1. Réactifs nécessaires	35
2. Protocole expérimental	36
3. Discussion	36
c) Mise au point expérimentale	37
d) Protocole expérimental retenu	46
3 - Dosage des acides aminés du phytoplancton	48
a) Filtration, qualité des membranes filtrantes et conservation des échantillons	48
b) Extraction	48
c) Dosage	49
d) Reproductibilité des mesures	50
F - ACTIVITE NITRATE-REDUCTASE	50
1 - Généralités	50
2 - Méthodes d'étude	52
3 - Protocole expérimental	54
4 - Optimisation de la méthodologie	55
CHAPITRE II : RESULTATS	60
I. PARAMETRES ABIOTIQUES	60
A - FACTEURS PHYSIQUES	60

III

1 - Energie lumineuse	60
a) Albedo	60
b) Pénétration de l'énergie lumineuse dans l'eau	62
c) Turbidité	62
d) Profondeur de compensation photique	64
2 - Température	64
3 - Conductivité	65
B - FACTEURS CHIMIQUES	65
1 - Oxygène dissous	65
2 - pH	65
3 - Carbone assimilable	65
4 - Silice	68
5 - Phosphore	68
6 - Azote	68
7 - Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium Chlore	71
C - CONCLUSIONS	71
II. PARAMETRES BIOTIQUES	74
A - PARAMETRES BIOTIQUES "CLASSIQUES"	74
1 - Phytoplancton	74
a) Analyse qualitative	74
b) Aspect quantitatif	84
2 - Biomasse	86
a) Estimation de la biomasse à partir des biovolumes	86
b) Estimation de la biomasse à partir des teneurs en ATP	89
3 - Teneurs en pigments	91
a) Chlorophylle <u>a</u>	91
b) Chlorophylle <u>b</u>	93
c) Chlorophylle <u>c</u>	93
d) Carotenoides	93
4 - Production primaire	93
a) Profils verticaux	93
b) Production par unité de biomasse ...	96
c) Indice d'assimilation	97

IV

5 - Activité Nitrate -réductase	97
6 - Conclusion	103
B - LES HYDRATES DE CARBONE ..	103
1 - Glucides totaux	103
2 - Glucides solubles	106
3 - Glucides insolubles	106
4 - Rapport glucides insolubles / glucides solubles ...	109
5 - Relation entre teneurs en glucides et autres paramètres ...	111
C - LES COMPOSES AZOTES	118
1 - Distribution spatio-temporelle des concentrations en composés azotés	118
a) Protéines	118
b) Acides aminés libres phytoplanctoniques	120
c) Discussion	120
2 - Rapport acides aminés / Protéines	122
3 - Relations entre teneurs en Protéines et certains paramètres biotiques	125
D - RAPPORT PROTEINES / GLUCIDES	130
1 - Evolution spatio-temporelle du rapport protéines / glucides	130
2 - Discussion	132
CHAPITRE III: STRUCTURE DES PEUPLEMENTS	
I. INTRODUCTION	134
II. METHODES D'ETUDES	134
A) Indice de diversité spécifique	134
B) Régularité	135
C) Diagramme rang - fréquence	135
D) Modèles de distribution d'abondance	136
III. RESULTATS	140
A) Evolution spatio temporelle de la diversité spécifique	140
B) Evolution des diagrammes rang-fréquence et de la diversité spécifique des peuplements récoltés à la profondeur 1 mètre	142
1 - Effectifs spécifiques	142
2 - Biomasses spécifiques	146

C) Ajustement aux modèles de distribution d'abondance	149
CHAPITRE IV : ANALYSE MATHÉMATIQUE ..	160
I. INTRODUCTION	160
II. TRAITEMENT DES DONNÉES	161
A) Sélection des variables	161
1 - Matrice des espèces	161
2 - Matrice des facteurs biophysico-chimiques	161
B) Transformation des données	163
III. ANALYSE DES COMPOSANTES	
PRINCIPALES	163
A) Analyse des composantes de la matrice des espèces	163
1 - Choix des axes	163
2 - Résultats	167
a) Groupement des espèces	167
b) Interprétation des composantes' ...	169
B) Analyse des composantes de la matrice des facteurs biophysicochimiques	175
1 - Choix des axes	175
2 - Interprétation des composantes	175
CHAPITRE V : RESUME ET CONCLUSIONS	
GÉNÉRALES	183
BIBLIOGRAPHIE	189