

Centre d'Etudes Doctorales Sciences et Techniques de l'Ingénieur
Laboratoire Ecologie Fonctionnelle & Environnement

N° d'ordre :

Thèse de Doctorat

Présentée par

ANISSI FAZUL

pour obtenir le

DOCTORAT EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Spécialité : Eau & Environnement

Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques, phytoplanctoniques et bacteriologiques du réservoir Dayet Aoua (Moyen Atlas Maroc)

soutenue publiquement le 06/02/2016 devant la commission d'examen :

Présidente :

FIKRI BENBRAHIM Kawtar P.E.S. Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Rapporteurs :

DERRAZ Khalid P.E.S. Faculté des Sciences et Techniques de Fès

EL HALOUANI Hassan P.E.S. Faculté des Sciences d'Oujda

BOUMNICH Lhoussaine P.E.S. Faculté des Sciences de Meknès

Examinatrices :

FADIL Fatima P.E.S. Faculté des Sciences et Techniques de Fès

MIKOU Karima P.E.S. Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Encadrant :

RACHIQ Saâd P.E.S. Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Année Universitaire 2015 - 2016

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web : <http://www.fst-usmba.ac.ma>

RESUME

Le présent travail consiste à évaluer les caractéristiques physicochimiques, phyto et bactérioplanctoniques du lac Dayet Aoua (province d'Ifrane), par l'étude des variations saisonnières et diurnes. Une série de 23 campagnes de prélèvements a été réalisée à l'entrée, à la sortie et au milieu du lac (au point le plus profond 5,3m) à différentes profondeurs (0m, 1m, 2m et 4m).

Les paramètres physicochimiques, ne montrent aucun signe de pollution organique. Les faibles concentrations, en sels nutritifs (azote et phosphore) permettent de classer notre écosystème comme un lac oligotrophe. Les eaux sont claires (transparence totale), alcalines, bien oxygénées jusqu'au fond et pauvres en matières organiques. La communauté bactérienne dans ce lac, est composée essentiellement de cellules libres sphériques. L'abondance bactérienne est comprise entre $2,8$ et $9,3 \times 10^6$ cellules.ml⁻¹ avec une moyenne sur l'ensemble des prélèvements de $6,3 \times 10^6$ cellules.ml⁻¹ ($\sigma = 1,6 \times 10^6$ cellules.ml⁻¹). L'étude qualitative sur la communauté phytoplanctonique révèle que les espèces les mieux représentées appartiennent aux Cryptophycées (*Cryptomonas ovata* et *C. marsonii*, *Mallomonas fastigata*, *M. accaroides*), aux Chlorophycées (*Oocystis lacustris*, *O. solitaria*, *Monoraphidium* sp., *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus* sp., *Sphaerocystis schroeteri*, *Crucigenia rectangularis*,...), aux Zygothécées avec des espèces du genre *Cosmarium*. Pour les cyanobactéries les espèces appartiennent principalement à *Oscillatoria* et à *Anabaena*. Il est important de noter une absence presque totale des Diatomées dans la composition phytoplanctonique. Cette absence est justifiée par des teneurs très faibles des eaux en silice. La densité et la biomasse de cette communauté phytoplanctonique sont faibles et ont varié de $0,6 \times 10^4$ à $6,7 \times 10^4$ cellules.L⁻¹ avec une moyenne de $2,69 \times 10^4$ cellules.L⁻¹ pour la densité et de $2,32$ à $89,5$ µg.L⁻¹ avec une moyenne $25,08$ µg.L⁻¹ pour la biomasse. Les valeurs de la production primaire sont très faibles et ont fluctué entre $2,8$ et 220 µg d'O₂.L⁻¹.h⁻¹. Les faibles densités phytoplanctoniques, obtenues en été, coïncident avec une prolifération du zooplancton, ce que laisse penser à une relation trophique entre ces deux communautés planctoniques. Nos résultats témoignent de l'état d'équilibre de notre écosystème, c'est-à-dire que le phytoplancton est consommé au fur et à mesure qu'il est produit, ce qui aboutit à la clarification des eaux notamment en période estivale.

L'examen des résultats de l'étude diurne montre que les paramètres physicochimiques ne présentent aucune tendance structurale bien définie, exceptés l'oxygène dissous et le carbone inorganique. Les variations spatiotemporelles au cours de la journée de la production primaire suivent l'évolution de la chlorophylle *a* et de l'abondance phytoplanctonique. La Cryptophycée *Cryptomonas marsonii* prédomine en terme d'abondance alors que *Cryptomonas ovata* domine en terme de biomasse pour la communauté phytoplanctonique. Les fortes densités et biomasses algales observées dans notre milieu, sont liées à des migrations des micro-algues flagellés et non à des multiplications des cellules. Pour la communauté bactérienne, ce sont les bactéries sphériques libres qui prédominent abondamment. L'abondance bactérienne marque, parallèlement aux densités phytoplanctoniques, ses valeurs élevées au milieu de la journée, ce qui peut être liée aux excréments des algues et du zooplancton. Les faibles densités bactériennes à 8h et la diminution en fin de la journée, constituent la régulation par prédation du zooplancton et des phytoflagellés.

En somme, les résultats de cette contribution selon le modèle de l'OCDE (1984) montrent que le lac a subi un rajeunissement après la dernière remise en eau de 2008 et son état de trophie est oligotrophe. Les résultats relatifs aux teneurs en éléments nutritifs (N et P) et en éléments minéraux à l'entrée et à la sortie du lac font de ce dernier un milieu « tampon ».

Mots clés : Dayet Aoua ; Phytoplancton ; variations spatiotemporelles ; biodiversité.

Table des matières

INTRODUCTION	1
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	5
1. Généralités et état des connaissances sur les lacs du Moyen Atlas	6
1.1. Bassins fluviaux.....	7
1.2. Lacs du Moyen Atlas.....	7
1.1.1. Aguelmam Afennourir.....	9
1.1.2. Dayet Ifrah.....	9
1.1.3. Dayet Iffer.....	10
1.1.4. Aguelmam Sidi-Ali.....	11
1.1.5. Dayet Aoua.....	12
1.1.6. Aguelmam Wiwane.....	13
1.1.7. Aguelmam Azegza.....	13
1.1.8. Aguelmam Tifounassine.....	15
1.1.9. Aguelmam Afourgah.....	15
1.1.10. Tiguelmamines.....	16
1.1.11. Aguelmam Aberkhane.....	17
1.1.12. Dayet Hachlaf.....	17
2. Principaux types de communautés lacustres	18
2.1. Classification des organismes planctoniques.....	19
2.1.1. Phytoplancton.....	21
2.1.1.1. Définition.....	21
2.1.1.2. Habitat et écologie.....	21
2.1.1.3. Diversité spécifique.....	23
2.1.1.4. Stratégies d'adaptions aux conditions environnementales.....	28
2.1.1.5. Phytoplancton, indicateur de la qualité de l'eau.....	28
2.1.2. Bactérioplancton et picocyanobactéries.....	29
2.2. Facteurs de contrôle de la dynamique des populations et de la production primaire.....	30
2.2.1. Facteurs abiotiques.....	30
2.2.1.1. Température et lumière.....	31
2.2.1.2. Eléments nutritifs.....	31
2.2.1.2.1. Azote.....	32
2.2.1.2.2. Phosphore.....	32
2.2.1.2.3. Silice.....	33
2.2.2. Facteurs biotiques.....	33
2.2.2.1. Prédation.....	34
2.2.2.2. Parasitisme et lyse virale.....	35
2.2.2.3. Interactions allopathiques.....	35
SITE D'ETUDE	36
1. Origine du réservoir	37
2. Etat de connaissances du site d'étude	37
3. Caractéristiques morphodynamiques du réservoir	38

4. Caractéristiques climatiques du réservoir Dayet Aoua	39
4.1. Régime pluviométrique du réservoir Dayet Aoua	39
4.2. Température de l'air	42
4.3. Vent	43
4.4. Evaporation.....	43
5. Evolution de la côte du niveau d'eau de Dayet Aoua	43
6. Hydrogéologie du réservoir Dayet Aoua	44
7. Régime hydrologique du réservoir Dayet Aoua	44
8. Couverture végétale du lac	45

CHAPITRE 1 : ETUDE DES VARIATIONS SAISONNIERES DES PARAMETRES PHYSICOCHMIQUES ET BIOLOGIQUES..... 46

1. INTRODUCTION.....	47
2. METHODOLOGIE	48
2.1. Prélèvements.....	48
2.2. Paramètres abiotiques physiques	48
2.2.1. Transparence de l'eau	48
2.2.2. Température de l'eau	49
2.2.3. Conductivité.....	49
2.3. Paramètres abiotiques chimiques.....	49
2.3.1. pH de l'eau.....	49
2.3.2. Oxygène dissous	49
2.3.3. Azote.....	49
2.3.3.1. Nitrates.....	50
2.3.3.2. Nitrites	50
2.3.3.2. Ammoniums	50
2.3.3.2. Azote total.....	50
2.3.4. Phosphore	50
2.3.4.1. Orthophosphate.....	50
2.3.4.2. Phosphore total	51
2.3.5. Silice	51
2.3.6. Carbone inorganique.....	51
2.3.7. Dureté totale de l'eau.....	51
2.3.8. Matière dissoute.....	52
2.3. Paramètres biotiques	52
2.3.1. Exploration de la communauté phytoplanctonique.....	52
2.3.1.1. Approche qualitative.....	52
2.3.1.2. Approche quantitative.....	54
2.3.1.2.1. Dénombrement en microscopie inversée	55
2.3.1.2.2. Dénombrement en microscopie à épifluorescence.....	56
2.3.1.2.3. Dénombrements des bactéries (méthode directe)	57
2.3.1.2.4. Chlorophylle <i>a</i>	58
2.3.1.2.5. Mesure de la production primaire	59
2.4. Analyse en composantes principales (ACP).....	60
3. RESULTATS.....	61

3.1. Paramètres abiotiques	61
3.1.1 Paramètres physiques.....	61
3.1.1.1. Transparence et variation du niveau de l'eau.....	61
3.1.1.2. Température.....	62
3.1.1.3. Conductivité.....	62
3.1.2 Paramètres chimiques	63
3.1.2.1. pH.....	63
3.1.2.2. Oxygène dissous	63
3.1.2.3. Azote.....	63
3.1.2.3.1. Nitrates.....	63
3.1.2.3.2. Nitrites	64
3.1.2.3.3. Ions ammoniums.....	64
3.1.2.3.4. Azote total.....	64
3.1.2.4. Phosphore	65
3.1.2.4.1. Orthophosphates	65
3.1.2.4.2. Phosphore total	65
3.1.2.5. Carbone inorganique.....	66
3.1.2.6. Dureté totale	66
3.1.2.7. Matière dissoute.....	67
3.1.3. Paramètres physicochimiques à l'entrée et à la sortie.....	68
3.2. Paramètres biologiques.....	69
3.2.1. Bactérioplancton.....	69
3.2.1. Distribution spatiotemporelle de la densité bactérienne	69
3.2.2. Phytoplancton	71
3.2.2.1. Approche qualitative.....	71
3.2.2.1.1. Richesse spécifique.....	71
3.2.2.1.2. Diversité et composition spécifique de la communauté phytoplanctonique	73
3.2.2.2. Approche quantitative du phytoplancton	74
3.2.2.2.1. Densité et répartition spatiotemporelle du phytoplancton.....	74
3.2.2.2.2. Biomasses phytoplanctoniques issues des dénombrements cellulaires.....	75
3.2.2.2.3. Distribution spatiotemporelle des phytoflagellés dans le lac Dayet Aoua	77
3.2.2.2.4. Biomasse-chl. <i>a</i>	79
3.2.2.2.5. Activité photosynthétique du phytoplancton	81
3.3. Analyse en composantes principales (ACP).....	82
4. DISCUSSION	85
4.1. Etude des variations spatiotemporelles saisonnières	85
4.1.1. Paramètres abiotiques	85
4.1.1.1. Conclusion	89
4.1.2. Paramètres biotiques.....	90
CHAPITRE 2 : VARIATIONS DIURNES DANS LE RESERVOIR DAYET AOUA... 99	
1. INTRODUCTION.....	100
2. METHODOLOGIE	100
2.1. Prélèvements.....	100
2.3. Paramètres abiotiques	100
2.4. Paramètres biotiques.....	101
3. RESULTAT	101
3.1. Paramètres physiques.....	101

3.2. Paramètres chimiques	102
3.3. Paramètres biotiques	104
3.3.1. Abondance bactérienne.....	104
3.3.2. Abondance et biomasse phytoplanctoniques	104
3.3.3. Abondance et biomasse des phytoflagellés.....	106
3.3.4. Assimilation photosynthétique	106
4. DISCUSSION	107
4.1. Paramètres abiotiques	107
4.2. Paramètres biotiques	108
CONCLUSION GENERALE.....	110
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	114
ANNEXES	139