

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA**

**Faculté des Sciences Agro-vétérinaires et Biologiques**

Département de Biologie

**THESE DE DOCTORAT**

Spécialité : Sciences biologiques

**CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES  
PEUPLEMENTS PLANCTONIQUES DE SIX PLANS  
D'EAU DU NORD DE L'ALGERIE**

Par

**Fella HAMAIDI née CHERGUI**

Devant le jury composé de:

F. SAIDI	Professeur, Université Saad Dahlab., Blida	Président
A. LOUNACI	Professeur, Université Mouloud Mammeri., Tizi ousou	Examineur
AIT MOULOUD	Maître de conférences A, Université Mouloud Mammeri., Tizi ousou	Examineur
M. OUMOUNA	Maître de conférences A, Université Saad Dahlab., Blida	Examineur
R. SEMROUD	Professeur à l'ENSSMAL., Dely Brahim	Rapporteur
D. DEFAYE	Maître de conférences HDR au MNHN., Paris	Co-Rapporteur

Blida, Janvier 2012

## RÉSUMÉ

La restauration, la conservation et la gestion des plans d'eau et donc des ressources en eau, nécessitent une connaissance précise de leur état trophique. Le suivi et l'évaluation des différentes composantes, biotiques et abiotiques permettent d'évaluer cet état par rapport à un écosystème sain de référence.

Ce travail présente l'étude réalisée entre 2005 et 2008 sur six plans d'eau situés dans le Nord de l'Algérie, soient les réservoirs de Keddara, de Lakhal, de Boukourdane, de Ghrib, de Taksebt et l'oued Chiffa. Ces plans d'eau ont été sélectionnés sur la base de leur utilisation actuelle pour l'approvisionnement en eau potable et pour l'irrigation dans le Nord de l'Algérie. Ces lacs sont alimentés par des oueds dans lesquels se déversent divers polluants apportés par les eaux usées domestiques et industrielles. Une évaluation comparative de la qualité des eaux de surface a été réalisée en analysant différents paramètres physico-chimiques et biologiques.

Les analyses physico-chimiques incluent la température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, l'alcalinité, les concentrations en calcium, magnésium, nitrates, nitrites, phosphates, sodium, chlorures et sulfates ainsi que la chlorophylle a ont été mesurés. Les paramètres biologiques sont donnés par l'analyse du zooplancton et du phytoplancton.

Globalement, le zooplancton est très diversifié; il est dominé par les Rotifères et les Cyclopoïdes. Cependant, les Calanoïdes et particulièrement les Diptomides peuvent constituer ponctuellement une part importante du zooplancton. Ce zooplancton a montré une forte sensibilité à la variation temporelle des facteurs environnementaux et des caractéristiques du phytoplancton. Ainsi, sa saisonnalité est marquée par de plus fortes densités pendant la saison printanière en relation avec la température et la disponibilité alimentaire. Elle est aussi liée à la prédation par les poissons planctonophages et à la composition spécifique du phytoplancton et particulièrement à la présence des Cyanobactéries et des Pyrrophytes qui présentent des pics en

été. Les résultats obtenus démontrent également l'importance de la zone littorale dans la richesse spécifique du zooplancton.

Le peuplement phytoplanctonique est largement dominé par les Chlorophycées et les Bacillariophycées au printemps et par les Cyanobactéries et les Pyrrophytes en été.

Les paramètres biotiques et abiotiques ont été soumis à l'analyse de corrélation de Pearson, à l'analyse canonique des correspondances détendancée (DCCA) et à l'analyse de redondance (RDA). La combinaison des résultats montrent que le zooplancton joue un rôle important dans le contrôle du phytoplancton. En effet, l'analyse de corrélation de Pearson dans certains barrages, a montré une corrélation hautement significative entre le zooplancton et les Chlorophytes, entre le zooplancton et les Euglénophycées et entre le zooplancton et les Bacillariophycées. La population de Cyanophycées observée était composée de Cyanobactéries unicellulaires et de Cyanobactéries filamenteuses. Les Cyanobactéries unicellulaires apparaissent plus facilement utilisées comme aliment par les différentes espèces de zooplancton par comparaison avec les formes filamenteuses.

Le zooplancton et le phytoplancton se révèlent également utile pour évaluer le statut trophique de chaque lac. Le modèle PEG est aussi testé pour expliquer la variation saisonnière de la communauté planctonique.

**Mots clés** : Paramètres physico-chimiques; Zooplancton; Copépodes; Rotifères; Phytoplancton; Variations saisonnières; Analyse de Pearson; DCCA et RDA; Statut trophique; Modèle PEG; Réservoirs; Oued.

## SUMMARY

The restoration, conservation and management of the water surfaces and therefore the water resources, require a precise knowledge of their trophic status. The monitoring and evaluation of the different biotic and abiotic components allow the evaluation of this status in a healthy ecosystem of reference.

The following research presents the study realized between 2005 and 2008 in six water surfaces in the north of Algeria, the reservoirs of Keddara, of Lakhal, of Boukourdane, of Ghrib, of Taksebt and Chiffa Wadi. These water surfaces were selected on the base of their current use for the supply of drinking and irrigation in the north of Algeria.

These lakes are fed by wadis in which various pollutants from domestic and industrial wastewaters. A comparative evaluation of the quality of surface waters was carried out by analyzing different physico-chemical and biological parameters.

The physico-chemical analyses include the temperature, the pH, the electrical conductivity, the dissolved oxygen, the alkalinity, the calcium, magnesium, nitrates, nitrites, phosphates, sodium, chlorides and sulfates concentrations and the chlorophyll have been measured. The biological parameters are given by the analysis of zooplankton and phytoplankton.

In general, the zooplankton is very diverse; it is dominated by the Rotifers and Cyclopid. However, the Calanoid and, particularly, the Diaptomid may constitute, from time to time, an important part of the zooplankton. This zooplankton showed a strong sensitivity to the temporal variation of the environmental factors and the characteristics of phytoplankton. That is to say that its seasonality is characterized by more high densities during the spring season in relation with the temperature and food availability. It is also linked to the predation by planktivorous fish and to the specific composition of the phytoplankton and especially the presence of the cyanobacteria and Pyrrophytes which register peaks in the summer. The results also demonstrate the importance of the littoral zone in zooplankton specific richness.

The phytoplankton stand is dominated by the Chlorophyceae and Bacillariophyceae in the spring and by the cyanobacteria and the Pyrrophytes in the summer.

The biotic and abiotic parameters submitted to Pearson's correlation analysis, canonical detrended correspondence analysis (DCCA) and redundancy analysis (RDA). The combination of the results shows that zooplankton play an important role in the control of phytoplankton. In some dams, the analysis of correlation of Pearson showed a highly significant correlation between the zooplankton and the Chlorophyta, the zooplankton and the Euglenophyceae and between the zooplankton and the Bacillariophyceae. The population of Cyanophyceae examined was composed of unicellular cyanobacteria and filamentous cyanobacteria. The unicellular cyanobacteria is more easily used as food by the different species of zooplankton comparing to the filamentous forms.

The zooplankton and phytoplankton are also useful to evaluate the trophic status of each lake. The PEG model is also tested for the first time to explain the seasonal variation of the plankton community.

**Key word:** Physico-chemical parameters; Zooplankton; Copepods; Rotifers; Phytoplankton; Seasonal variations; Pearson analysis; DCCA and RDA; Trophic status; PEG model; Reservoirs; Wadi.

## الملخص

الحفاظ و استغلال الموارد المائية يتطلب دراسة السلسلة الغذائية. و كذا تقييم العوامل المختلفة، كالعوامل الحيوية وغير الحيوية و ذلك من اجل مقارنتها بوسط بيئي صحي.

ويعرض هذا العمل دراسة أجريت بين عامي 2005 و 2008 على ستة أوساط مائية تقع في شمال الجزائر، الا وهي سد قدارة لكحل بوكردان غريب وأخيرا واد شفا. وقد تم اختيار هذه البحيرات على أساس استخدامها كمورد للمياه الصالحة للشرب والري في شمال الجزائر.

وتتم تغذية هذه البحيرات من الأودية التي تصب فيها والتي تضم ملوثات مختلفة من مياه الصرف الصحي المنزلي والصناعي. و قد أجري تقييم لجودة المياه السطحية من خلال تحليل مختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

تم تحليل العوامل الفيزيائية والكيميائية والتي تشمل درجة الحرارة ، درجة الحموضة ، التوصيل الكهربائي، الأوكسجين المذاب، وتركيز الكالسيوم والمغنيسيوم النترات النتريت الفوسفات الصوديوم الكلورير الكبريتات وكلوروفيل أ. اما دراسة العوامل البيولوجية فهي تظم العوالق الحيوانية والعوالق النباتية.

عموما ،العوالق الحيوانية تتميز بالتنوع مع هيمنة Rotifères و Cyclopoïdes ومع ذلك ، تشكل Calanoïdes وبشكل خاص Diaptomides جزءا هاما من العوالق الحيوانية. وقد أظهرت العوالق الحيوانية حساسية عالية لتغيرات العوامل البيئية وتغيرات العوالق النباتية. وهكذا ، تتركز كثافة هذه الاخيرة خلال موسم الربيع نظرا لتوفر الغذاء و درجة الحرارة المناسبة. ويرتبط أيضا بتواجدها بالافتراس من قبل الأسماك و طبيعة العوالق النباتية وخصوصا بوجود البكتيريا الزرقاء و Pyrophytes التي تصل إلى ذروتها في فصل الصيف. النتائج التي حصل عليها تدل على أهمية المنطقة الساحلية نظرا لثراء العوالق الحيوانية.

فيما يخص العوالق النباتية فقد سجلنا حضورا قويا ل: Bacillariophyceae و Chlorophyceae في الربيع و البكتيريا الزرقاء و Pyrophytes في الصيف.

وقد اجريت تحاليل الترابط Pearson و تحاليل canonique des correspondances (DCCA) و détendancée (redondance (RDA على مجموع العوامل الحيوية وغير الحيوية. مجموع النتائج أظهر أن العوالق الحيوانية تلعب دورا هاما في السيطرة على تواجد العوالق النباتية. في الواقع، أظهر تحليل الارتباط بيرسون في بعض السدود وجود علاقة كبيرة جدا بين العوالق الحيوانية وكلوروفيتا و العوالق الحيوانية و Euglénophycées وكذا بين العوالق الحيوانية و Bacillariophyceae. ويتألف Cyanophycées من البكتيريا الزرقاء الخيطية البكتيريا الزرقاء وحيدة الخلية التي تعتبر غذاء سهل مقارنة مع الأشكال الخيطية.

العوالق النباتية والحيوانية مفيدة لتقييم الوضع الغذائي في كل بحيرة. كما أن نموذج PEG يشرح التغيرات الموسمية في وسط العوالق.

الكلمات المفتاح الخصائص الفيزيائية والكيميائية العوالق الحيوانية copépodes, rotifères, العوالق النباتية ، التغيرات الموسمية، تحليل بيرسون ، DCCA و RDA، الوضع الغذائي ، نموذج PEG، الخزانات، وادي.

## Dédicaces

Cette thèse est dédiée à :

A mes chers parents qui m'ont encouragé à être ce que je suis, avec tant d'amour et qui m'ont donné la force de surmonter mon parcours pendant ces années d'études.

A mon cher époux, qui par sa compréhension, sa tendresse et ses encouragements, a soutenu sans cesse mes efforts durant la réalisation de ce travail.

A mes chers enfants : Selma, Asma et Nabil pour leur amour

A mon cher frère et Sœurs ainsi que ma famille pour leurs encouragements

A tous mes amis.

*«Seulement quand le dernier arbre aura été coupé,  
quand le dernier fleuve aura été pollué, quand le dernier  
poisson aura été pêché; alors l'homme se rendra compte  
qu'il ne peut pas manger son argent».*

Proverbe Indien

## REMERCIEMENTS

Il m'est agréable d'exprimer ma profonde et respectueuse gratitude et mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont soutenu ce travail et aidé, de près ou de loin, à le mener à bien.

Je dois une profonde reconnaissance à Mme Saidi F, Professeur à la Faculté Agro-vétérinaires et biologiques de l'université Saad Dahlab. Je suis très honorée qu'elle préside le jury de ma thèse. Qu'il me soit permis de la remercier très vivement pour l'intérêt exceptionnel qu'elle octroie aux chercheurs et à la recherche scientifique.

J'exprime toute ma gratitude au directeur de thèse Mr Semroud R, Professeur à l'ENSSMAL qui a accepté d'encadrer et diriger mon travail malgré ses multiples occupations professionnelles. Vous avez été présent tout au long de ma thèse en m'encourageant pour mener à terme ce projet. Votre approche conceptuelle du sujet m'a permise de travailler également dans ce sens. J'ai apprécié votre sollicitude autant professionnelle que personnelle.

Je tiens à rendre hommage à Mme, Defaye D, Maître de conférence HDR au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris qui a accepté de co encadrer et de diriger mon travail de thèse. Je lui dois mes remerciements les plus vifs pour l'intérêt et l'effort qu'elle a consacrés à mes débuts dans la recherche. Sa disponibilité tout au long de mon parcours doctoral, son soutien moral, ses remarques et conseils avisés, ses qualités humaines, ses directives et ses conseils judicieux m'ont été d'un grand intérêt pour mener à bien ce travail. Sa rigueur et son exigence étaient toujours au profit du bon déroulement et de l'avancement de mon travail. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Mes remerciements les plus vifs vont également à Monsieur Lounaci A, Professeur à l'université Mouloud Mammeri, qui me fait l'honneur de porter jugement sur mon travail de recherche. Qu'il soit assuré de mon profond respect et toute ma gratitude d'avoir accepté avec gentillesse de participer à mon jury de thèse.

Monsieur Ait Mouloud S, Docteur à l'université Mouloud Mammeri a accepté avec amabilité d'examiner mon travail de recherche et me faire part de

ses critiques en siégeant parmi les membres de mon jury de thèse. Je le prie de bien croire à mon profond respect et toute ma gratitude.

Je remercie vivement Mr Oumouna M, Docteur à l'université Saad Dahlab du jugement qu'il a bien voulu porter à ce travail. Qu'il soit assuré de mon profond respect et toute ma gratitude d'avoir accepté avec gentillesse de participer à mon jury de thèse.

Ma dette de reconnaissance est particulièrement lourde envers Monsieur Brahim Errahmani M, enseignant au département de chimie à l'université Saad Dahlab, qui, en dépit de ses nombreux engagements et responsabilités scientifiques, a suivi avec un grand intérêt mon travail de recherche. Je lui dois une profonde gratitude pour son aide précieuse au niveau statistique. J'ai toujours bénéficié de son appui moral, sa disponibilité, sa modestie, ses remarques pertinentes, ses fructueuses discussions et ses conseils qu'il m'a toujours prodigués.

Je remercie vivement Mr Mertens J, Professeur du laboratoire d'écologie à l'université de Gent (Belgique) et Mme Beladjal L Docteur à l'université de Gent en Belgique pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité et leur aide permanente lors de mon séjour en Belgique.

C'est avec beaucoup d'émotion et une immense affection que je remercie Lynda pour son amitié inestimable. Merci Lynda d'avoir été là à chaque fois que j'en avais besoin.

J'exprime ma profonde gratitude au professeur Maelfait J P de l'université de Gent (Belgique) pour avoir toujours répondu à divers appels par des conseils constructifs. Toute ma gratitude au personnel qui ont bien permis d'effectuer certaines analyses physico-chimiques respectivement dans leurs laboratoires. Qu'ils croient à ma profonde reconnaissance de m'avoir fait accueil, de leur gentillesse et leur coopération.

J'avoue bien volontiers que j'aurais été incapable de résoudre plusieurs problèmes informatiques si ce n'était pas grâce à Monsieur Vangestel Karl du laboratoire d'écologie à l'université de Gent (Belgique). J'exprime ma profonde reconnaissance et tout mon respect pour tout ce qu'il a fait pour moi.

Une pensée à Mr Maelfait, Mr Dussart et Mr Pourriot qui nous ont quittés. Qu'ils veuillent agréer l'expression de mon profond respect et ma gratitude pour tout ce qu'ils ont apporté à la science.

Je suis vivement reconnaissante :

Mr Dumont H J, Professeur au laboratoire d'écologie à l'université de Gent (Belgique).

Mr Ramdani M, Professeur au Département de Zoologie et Ecologie animale de l'Institut Scientifique, Université Mohamed V Rabat.

Mme Barinova S, Professeur au laboratoire d'Algologie, Université de Haïfa.

Mr Guamri Y et Mr Belghyti D Professeurs au Laboratoire de biologie et santé, Faculté des sciences, Université Ibn Tofail, Kénitra.

Mme Ben Ayed L, Laboratoire Sciences et techniques de l'eau, Institut Agronomique de Tunisie (INAT).

Mr Madani, Ministère de l'hydraulique.

Toute ma reconnaissance va également à tous les chercheurs des universités que j'ai côtoyées par le biais de l'Internet. Ils m'ont été, pendant une période donnée, très utiles par les divers services qu'ils m'ont courtoisement rendus, aide au niveau de la détermination, encouragements, bibliographie très intéressante notamment. Je les prie de croire à mes profonds respects et gratitude. Ils ont toujours manifesté intérêt et appui à mes travaux.

Un grand merci à Mme Belkahla H, Professeur à la Faculté Agro-vétérinaires et biologiques qui a facilité mon inscription en thèse de Doctorat.

Il m'est très agréable d'adresser également ma reconnaissance à mes étudiants les plus proches qui m'ont aidé à croire jusqu'aux derniers instants que tout pouvait être conduit à terme : Benouaklil F et M, Zoubiri A, Zahraoui R, Benghrebria A, Kais H, Chaouch A, Lazar A, Mounira, Soumia, Khadidja, Amina.....

J'adresse contentement mes remerciements les plus vifs et sincères à mes collègues et amis pour leur amitié, leur appui moral, leur collaboration, pour l'ambiance amicale et encourageante qu'ils ont toujours su créer et pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.

Avant de terminer, évidemment un grand merci à ma famille pour m'avoir supportée (dans tous les sens du terme) et pour être parvenue, les derniers mois, à ne plus demander «t'en es où, alors ? », en bref, pour son soutien et sa patience.

J'espère que je n'ai oublié personne...

Merci à tous...

## TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ	
ABSTRACT	
الملخص	
DEDICACES	
REMERCIEMENTS	
TABLE DES MATIERES	
LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX	
INTRODUCTION	30
PARTIE 1 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	36
1.1. Réseau hydrographique en Algérie	36
1.2. Utilisations de l'eau en Algérie	41
1.3. Généralités sur les eaux	41
1.3.1. Eaux courantes (ou lotiques)	42
1.3.2. Eaux stagnantes (ou lentiques)	43
1.3.2.1. Zonation écologique et stratification des masses d'eau	43
1.3.2.2. Niveau trophique	45
1.3.2.3. Pollution de l'eau	47
1.3.2.4. Eutrophisation	48
1.3.2.4.1. Définition	48
1.3.2.4.2. Impacts de l'eutrophisation sur le système aquatique	50
1.3.2.5. Réseau trophique	51
1.4. Paramètres physico-chimiques des eaux naturelles	52
1.5. Plancton	54
1.5.1. Zooplancton	55
1.5.1.1. Copépodes	55
1.5.1.2. Rotifères	59
1.5.2. Phytoplancton	63

PARTIE 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES	
2.1. Présentation de la zone d'étude	68
2.1.1. Description de la zone d'étude	68
2.1.1.1. Le Cheliff et le bassin côtier algérois	68
2.1.1.2. La région d'Alger-algérois	69
2.1.1.3. La région d'Alger	70
2.2. Présentation des plans d'eau étudiés	70
2.2.1. Lac de barrage de Keddara	73
2.2.1.1. Localisation	73
2.2.1.2. Géologie du bassin	73
2.2.1.3. Principales caractéristiques du barrage	74
2.2.2. Lac de barrage de Boukourdane	75
2.2.2.1. Localisation	75
2.2.2.2. Géologie du bassin	75
2.2.2.3. Principales caractéristiques du barrage	76
2.2.3. Lac de barrage de Ghrib	76
2.2.3.1. Localisation	76
2.2.3.2. Géologie du bassin	77
2.2.3.3. Principales caractéristiques du barrage	78
2.2.4. Lac de barrage de Lakhhal	78
2.2.4.1. Localisation	78
2.2.4.2. Géologie du bassin	79
2.2.5. Lac de barrage de Taksebt	79
2.2.5.1. Localisation	79
2.2.5.2. Géologie du bassin	81
2.2.6. Oued Chiffa	81
2.3. Campagnes d'échantillonnage, choix et description des stations	83
2.4. Etude des facteurs abiotiques	90
2.4.1. In situ	90
2.4.2. Au laboratoire	91
2.4.2.1. Analyse des éléments chimiques	91
2.4.2.2. Dosage de la chlorophylle a	91
2.5. Etude des peuplements d'invertébrés (copépodes et rotifères) et	92

phytoplancton	
2.5.1. Echantillonnage et mode de prélèvement	92
2.5.2. Méthodes d'observation	93
2.5.2.1. Copépodes	93
2.5.2.2. Rotifères	96
2.5.2.3. Phytoplancton	97
2.5.3. Sédimentation et comptage	98
2.5.4. Traitement des données	99
2.5.4.1. Richesse spécifique et abondance	99
2.5.4.1.1. Richesse spécifique	99
2.5.4.1.2. Abondance	100
2.5.4.2. Dominance	100
2.5.4.3. Etude de la diversité spécifique et de l'équitabilité	101
2.5.4.3.1. Indice de diversité	101
2.5.4.3.2. Indice d'équitabilité (E)	102
2.5.4.4. Indice de similitude de Sorensen	102
2.5.4.5. Analyse statistique	103
2.5.4.5.1. Moyennes annuelles	103
2.5.4.5.2. Test de corrélation de Pearson	103
2.5.4.5.3. Analyse de redondance (RDA) et Analyse canonique des correspondances détendancée (DCCA)	103
<b>PARTIE 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION</b>	
<b>3.1. ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES</b>	<b>105</b>
3.1.1. Paramètres physico-chimiques	105
3.1.1.1. Température	105
3.1.1.2. pH	107
3.1.1.3. Conductivité électrique	110
3.1.1.4. Oxygène dissous (%)	111
3.1.1.5. Composés azotés Nitrates (NO <sub>3</sub> -), Nitrites (NO <sub>2</sub> -) et Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	113
3.1.1.6. Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	120
3.1.1.7. Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	122
3.1.1.8. Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	122

3.1.1.9. Sodium (Na <sup>+</sup> )	123
3.1.1.10. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) et Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	127
3.1.1.11. Matière organique (MO)	130
3.1.1.12. Chlorophylle a	130
3.1.2.. Méthodes pour l'évaluation de la qualité des plans d'eau	134
3.1.3. Analyse statistique des paramètres environnementaux	137
3.1.3.1. Variabilités mensuelles de la qualité physico-chimique des eaux exprimées par les moyennes	137
3.1.3.1.1. Température de l'eau	137
3.1.3.1.2. pH de l'eau	137
3.1.3.1.3. Conductivité électrique	138
3.1.3.1.4. Oxygène dissous	138
3.1.3.1.5. Nitrates, nitrites, ions ammonium et orthophosphates	138
3.1.3.1.6. Sulfates, chlorures, magnésium, sodium et matière organique	139
3.1.3.1.7. Chlorophylle a	139
3.1.3.2. Matrice de corrélation entre les variables	141
3.2. ANALYSE DE LA FAUNE PRÉLEVÉE	154
3.2.1. Composition taxonomique du zooplancton	154
3.2.2. Etude qualitative des Copépodes	155
3.2.2.1. Inventaire des Copépodes	155
3.2.2.2. Aspects écologiques et biogéographiques des Copépodes dans nos sites de prélèvement	162
3.2.2. Etude qualitative des Rotifères	170
3.2.2.1. Inventaire des rotifères	170
3.2.2.2. Aspects systématique, zoogéographiques et écologiques des Rotifères récoltés dans les réservoirs d'eau	171
3.2.3. Analyse et comparaison de la structure taxonomique des six plans d'eau	217
3.2.4. Distribution saisonnière des espèces zooplanctoniques	222
3.2.5. Indice de similarité de Sorensen	228
3.2.6. Etude quantitative du zooplancton	229
3.2.6.1. Distribution spatiale des copépodes et rotifères dans les réservoirs	229
3.2.6.2. Dynamique saisonnière du peuplement zooplanctonique	234

3.2.6.2.1. Copépodes	234
3.2.6.2.2. Rotifères	235
3.2.6.3. Etude de la dynamique saisonnière de certaines espèces	244
3.2.6.3.1. Copépodes	244
3.2.6.3.2. Rotifères	256
3.2.7. Structure du peuplement du zooplancton	265
3.2.7.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité	265
3.2.7.2. Richesse spécifique selon Margalef	268
3.2.8. Relations entre la composition taxonomique et l'état trophique	274
3.2.8.1. Indice de Gannon et Stemberger (1978) et indice de Blancher (1984)	274
3.2.8.2. Indice de saprobité de Sladeczek (1983)	274
3.2.8.3. Quotient QB/T	277
3.2.9. Analyse statistique	277
3.2.10. Corrélations entre groupes zooplanctoniques et variables environnementales	309
3.3. ANALYSE DU PHYTOPLANCTON	312
3.3.1. Composition phytoplanctonique globale	312
3.3.2. Composition de l'ensemble des algues récoltées	322
3.3.3. Composition floristique algale de chaque site	325
3.3.4. Indice de similitude de Sorensen	327
3.3.5. Cycles saisonniers de l'ensemble des algues par période et par site	329
3.3.6. Distribution saisonnière de l'ensemble des algues	331
3.3.7. Distributions saisonnières des différents groupes algaux	333
3.3.7.1. Cyanobactéries	333
3.3.7.2. Bacillariophyta	334
3.3.7.3. Chlorophyta	335
3.3.7.4. Euglenophyta	335
3.3.7.5. Charophyta	335
3.3.7.6. Pyrrophyta	337
3.3.7.7. Rhodophyta	338
3.3.8. Indice de diversité, d'équitabilité et richesse spécifique selon Margalef	342

3.3.9. Analyse écologique	346
3.3.10. Détermination de l'état trophique des masses d'eau par la communauté phytoplanctonique	351
3.3.10.1. Indice de pollution algal de Palmer (1969)	352
3.3.10.2. Indice de pollution algale de Nygaard (1949)	354
3.3.10.3. Indice de pollution de Patrick (1965)	356
3.3.10.4. Les espèces phytoplanctoniques comme bioindicateurs de l'état trophique	357
3.3.11. Analyse statistique	359
3.3.12. Corrélations entre groupes phytoplanctoniques; entre groupes phytoplanctoniques et variables environnementales	377
3.3.12.1. Cyanobactéries et paramètres physico-chimiques	378
3.3.12.2. Chlorophytes et paramètres physico-chimiques	379
3.3.12.3. Euglenophytes et paramètres physico-chimiques	380
3.3.12.4. Bacillariophycées et paramètres physico-chimiques	381
3.3.12.5. Pyrrophytes et paramètres physico-chimiques	382
3.4. RELATION PHYTOPLANCTON ET ZOOPLANCTON	386
PARTIE 4 DISCUSSION GÉNÉRALE	
4.1. Chimie de l'eau	398
4.2. Structure de la communauté zooplanctonique	408
4.3. Structure de la communauté phytoplanctonique	414
4.4. Analyse écologique et L'indice de Nygaard	418
4.5. Succession saisonnière du plancton	420
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	424
APPENDICES	
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Régions hydrographiques (source Agence National des Barrages)	38
Figure 1.2	Etages bioclimatiques (Agence National d'Aménagement du Territoire, 2008)	40
Figure 1.3	Température moyenne annuelle sur le Nord de l'Algérie (ONM, 2009)	40
Figure 1.4	Schéma de la zonation en faciès lenticques (Verneaux, 1968 et Pourriot et Meybeck, 1995).	43
Figure 1.5	Représentation schématique des différents types de pollution (Othonial, 2006).	48
Figure 1.6	Schéma des relations trophiques dans un écosystème aquatique (Genin <i>et al.</i> , 1997).	52
Figure 1.7	Morphologie d'un Copépode (a. Calanoida; b. Cyclopoida; c. Harpacticoida) (Dussart et Defaye, 2001).	58
Figure 1.8	Morphologie d'un Rotifère (Koste et Shiel, 1987 in Nogrady <i>et al.</i> 1993).	60
Figure 1.9	Principaux types de trophi chez les Rotifères (Koste et Shiel, 1987 in Nogrady <i>et al.</i> 1993).	63
Figure 2.1	Les bassins versants en Algérie, (les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques) (Kadi, 1997).	69
Figure 2.2	Vue aérienne montrant la situation géographique de la zone d'étude (Google Earth, 2011).	71
Figure 2.3	Localisation des sites d'étude.	72
Figure 2.4	Vue aérienne montrant la situation du barrage de Keddara (Google Earth, 2009).	74
Figure 2.5	Vue aérienne montrant la situation du barrage de Boukourdane (Google Earth, 2009).	75
Figure 2.6	Vue aérienne montrant la situation du barrage de Ghrib (Google Earth, 2010).	77
Figure 2.7	Vue aérienne montrant la situation du barrage de Lakhal (Google Earth, 2007).	79
Figure 2.8	Vue aérienne montrant la situation du barrage de Taksebt (Google Earth, 2009).	80
Figure 2.9	Vue aérienne montrant la situation de l'oued Chiffa (Google Earth, 2009).	82
Figure 2.10	Stations du lac de Keddara.	87
Figure 2.11	Stations du lac de Boukourdane.	87
Figure 2.12	Stations du lac de Ghrib.	88
Figure 2.13	Stations du lac de Lakhal.	88
Figure 2.14	Stations du lac de Taksebt	89
Figure 2.15	Stations de l'oued Chiffa.	89

Figure 2.16	Filet à plancton.	92
Figure 2.17	Observation des Copépodes au microscope photonique Gr 10X40.	95
Figure 2.18	Observation des Rotifères au microscope photonique Gr 10X40.	97
Figure 2.19	Observation des microalgues au microscope photonique Gr 10X40.	98
Figure 3.1	Evolution saisonnière de la température de l'eau dans les différents sites d'étude	108
Figure 3.2	Evolution saisonnière du pH dans les différents sites d'étude.	109
Figure 3.3	Evolution saisonnière de la conductivité électrique dans les différents sites d'étude.	111
Figure 3.4	Evolution saisonnière de l'oxygène dissous dans les différents sites d'étude.	114
Figure 3.5	Evolution saisonnière des nitrates dans les différents sites d'étude.	117
Figure 3.6	Evolution saisonnière des nitrites dans les différents sites d'étude.	118
Figure 3.7	Evolution saisonnière de l'azote ammoniacal dans les différents sites d'étude.	119
Figure 3.8	Evolution saisonnière des orthophosphates dans les différents sites.	121
Figure 3.9	Evolution saisonnière des chlorures dans les différents sites d'étude.	124
Figure 3.10	Evolution saisonnière des sulfates dans les différents sites d'étude.	125
Figure 3.11	Evolution saisonnière du sodium dans les différents sites d'étude.	126
Figure 3.12	Evolution saisonnière des ions calcium dans les différents sites d'étude.	128
Figure 3.13	Evolution saisonnière des ions magnésium dans les différents sites d'étude.	129
Figure 3.14	Evolution saisonnière de la matière organique dans les différents sites.	132
Figure 3.15	Evolution saisonnière de la chlorophylle a dans les différents sites d'étude.	133
Figure 3.16	Richesse spécifique des espèces de Copépodes des six sites étudiés.	160
Figure 3.17	Répartition en pourcentage des espèces de Rotifères dans l'ensemble des sites d'étude.	171
Figure 3.18	Nombre de taxons de Rotifères par famille.	210
Figure 3.19	Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Lakhel.	211
Figure 3.20	Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Taksebt.	211
Figure 3.21	Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Boukourdane.	212
Figure 3.22	Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Keddara.	212

Figure 3.23	Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Ghrib.	213
Figure 3.24	Richesse spécifique par famille dans l'oued Chiffa.	213
Figure 3.25	Répartition en pourcentage des différents ordres de Copépodes dans les différents sites.	219
Figure 3.26	Richesse spécifique des Copépodes et des Rotifères par site exprimée en pourcentage	220
Figure 3.27	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le réservoir de Taksebt.	223
Figure 3.28	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le réservoir de Lakhal.	223
Figure 3.29	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le réservoir de Keddara.	224
Figure 3.30	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le réservoir de Ghrib.	224
Figure 3.31	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le réservoir de Boukourdane.	225
Figure 3.32	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Taksebt	225
Figure 3.33	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Boukourdane.	226
Figure 3.34	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Lakhal.	226
Figure 3.35	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Keddara.	227
Figure 3.36	Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Ghrib.	227
Figure 3.37	Valeurs moyennes de la densité totale du zooplancton (individus/l) exprimée en pourcentage par site de prélèvement durant toute la période d'échantillonnage.	230
Figure 3.38	Distribution du zooplancton (Copépodes et Rotifères) durant toute la période d'étude dans les différents sites.	231
Figure 3.39	Distribution saisonnières des Copépodes exprimée en nombre d'individus/l dans les différents plans d'eau.	235
Figure 3.40	Distribution saisonnières des Rotifères exprimée en nombre d'individus/l dans les différents plans d'eau.	236
Figure 3.41	Variations mensuelles de <i>Cyclops strenuus strenuus</i> .	246
Figure 3.42	Variations mensuelles d' <i>Acanthocyclops trajani</i>	247
Figure 3.43	Variations mensuelles d' <i>Eucyclops agiloides</i>	248
Figure 3.44	Variations mensuelles de <i>Cyclops abyssorum mauritaniae</i>	249
Figure 3.45	Variations mensuelles de <i>Paracyclops chiltoni</i>	250
Figure 3.46	Variations mensuelles de <i>Paracyclops affinis</i>	250
Figure 3.47	Variations mensuelles de <i>Megacyclops viridis viridis</i>	251
Figure 3.48	Variations mensuelles de <i>Microcyclops varicans varicans</i>	252
Figure 3.49	Variations mensuelles de <i>Mixodiaptomus incrassatus</i> dans le lac de Taksebt	253
Figure 3.50	Variations mensuelles de <i>Diaptomus cyaneus cyaneus</i> au niveau du réservoir de Taksebt	253

Figure 3.51	Variations mensuelles de <i>Copidiaptomus numidicus</i>	254
Figure 3.52	Variations mensuelles d' <i>Arctodiaptomus salinus</i> dans le lac de Ghrib	255
Figure 3.53	Variations mensuelles d' <i>Arctodiaptomus wierzejskii</i> dans le lac de Ghrib	256
Figure 3.54	Variations mensuelles de <i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i> dans les lacs de Boukourdane et Taksebt	256
Figure 3.55	Variations mensuelles de <i>Brachionus dimidiatus</i> dans le lac de Taksebt.	257
Figure 3.56	Variations mensuelles de <i>K. reducta</i> dans les différentes retenues d'eau.	258
Figure 3.57	Variations mensuelles de <i>K. quadrata quadrata</i> dans les différentes retenues d'eau.	258
Figure 3.58	Variations mensuelles de <i>K. ticinencis</i> dans les différentes retenues d'eau.	259
Figure 3.59	Variations mensuelles de <i>K. paludosa</i> dans les différentes retenues d'eau.	260
Figure 3.60	Variations mensuelles de <i>Anuraeopsis fissa</i> dans la retenue de Ghrib.	260
Figure 3.61	Variations mensuelles de <i>Gastropus stylifer</i> dans les différentes retenues d'eau.	261
Figure 3.62	Variations mensuelles de <i>P. remata</i> dans les différentes retenues d'eau.	262
Figure 3.63	Variations mensuelles d' <i>A. priodonta</i> dans les différentes retenues d'eau.	263
Figure 3.64	Variations mensuelles de <i>P. dolichoptera</i> dans les différentes retenues d'eau.	264
Figure 3.65	Evolution saisonnière de la richesse spécifique des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Boukourdane	269
Figure 3.66	Evolution saisonnière de la richesse spécifique des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Ghrib.	270
Figure 3.67	Evolution saisonnière de la richesse spécifique des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Keddara.	271
Figure 3.68	Evolution saisonnière de la richesse spécifique des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Lakhel.	272
Figure 3.69	Evolution saisonnière de la richesse spécifique des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Taksebt	273
Figure 3.70	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b)	279

	affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Eté2) - 5(Aut2) - 6(Hiv2) - 7(Hiv3)). Les Codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendices.	
Figure 3.71	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Boukourdane.	281
Figure 3.72	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2) - 7(Hiv2)). Les Codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendices.	282
Figure 3.73	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Ghrib.	283
Figure 3.74	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Print2) - 4(Eté2) - 5(Hiv2) – 6 (Hiv3)). Les Codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendices.	286
Figure 3.75	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Keddara.	287
Figure 3.76	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Automne1)- 4 (Hiv1)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendices.	289
Figure 3.77	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Taksebt.	290
Figure 3.78	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Automne1)- 4(Hiv1)- 5(Prin2)- 6(Eté2)- 7(Automne 2)- 8(Hiv2). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendices.	292
Figure 3.79	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Lakhel.	293
Figure 3.80	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont	295

	affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Hiv2) - 5(Print2) - 6(Eté2) - 7(Aut2)- 8 (Hiv3). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendices.	
Figure 3.81	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Boukourdane.	296
Figure 3.82	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2)- 7 (Hiv2). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendices.	298
Figure 3.83	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Ghrib.	300
Figure 3.84	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Prin2) - 4(Eté2) - 5(Aut2)- 6 (Hiv2). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendices.	302
Figure 3.85	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Keddara.	303
Figure 3.86	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Aut1)- 4(Hiv2). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendices.	304
Figure 3.87	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Taksebt.	306
Figure 3.88	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Aut1)- 4(Hiv2)- 5(Print2)- 6 (Eté2)- (Aut2)- (Hiv2). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendices.	307
Figure 3.89	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac Lakhal.	309
Figure 3.90	Répartition saisonnière de l'ensemble de la flore algale	330
Figure 3.91	Répartition saisonnière de la flore algale par site de	331

	prélèvement	
Figure 3.92	Répartition saisonnière du nombre total des individus/ en fonction des différentes périodes échantillonnées.	333
Figure 3.93	Densité moyenne des différents individus des espèces de Cyanobactéries récoltées dans les différents sites échantillonnés.	334
Figure 3.94	Densité moyenne des différents individus des espèces de Bacillariophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.	334
Figure 3.95	Densité moyenne des différents individus des espèces de Chlorophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.	335
Figure 3.96	Densité moyenne des différents individus des espèces d'Euglénophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.	336
Figure 3.97	Densité moyenne des différents individus des espèces des Charophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.	336
Figure 3.98	Densité moyenne des différents individus des espèces des Pyrrophytes récoltées dans les différents sites échantillonnés.	337
Figure 3.99	Densité moyenne des différents individus des espèces Xanthophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.	337
Figure 3.100	Densité moyenne des différents individus des espèces de Rhodophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.	338
Figure 3.101	Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Boukourdane.	344
Figure 3.102	Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Ghrib.	344
Figure 3.103	Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Keddara.	345
Figure 3.104	Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Lakhal.	345
Figure 3.105	Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Taksebt.	346
Figure 3.106	Nombre d'espèces par groupes d'indicateurs de la salinité (Hustedt, 1957) dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en Appendices).	347
Figure 3.107	Répartition géographique de toutes les algues récoltées dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en Appendices).	348
Figure 3.108	Nombre d'espèces par types d'habitat dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en	349

	Appendices).	
Figure 3.109	Nombre d'espèces par groupe d'indicateurs de saprobité, selon la méthode de Watanabe et al., (1986) dans la région d'étude. (Symboles comme dans le Tableau en Appendices).	350
Figure 3.110	Nombre d'espèces par groupes indicateurs d'oxygénation dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en Appendices).	350
Figure 3.111	Nombre d'espèces par groupes d'indicateurs acidophilie (Hustedt, 1938 - 1939). Symboles comme dans le Tableau en Appendices	351
Figure 3.112	Nombre d'espèces caractéristiques de l'état trophique des lacs étudiés	358
Figure 3.113	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2) - 7(Hiv2) - 8(Hiv3)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en Appendices.	362
Figure 3.114	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Boukourdane.	363
Figure 3.115	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2) - 7(Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en en Appendices.	366
Figure 3.116	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Ghrib.	367
Figure 3.117	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Print2) - 4(Eté2) - 5(Hiv2) – 6 (Hiv3)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en en Appendices.	369
Figure 3.118	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Keddara.	370
Figure 3.119	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Hiv1)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en en Appendices.	372
Figure 3.120	Analyse de redondance illustrant les effets des	373

	variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Taksebt.	
Figure 3.121	Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles de 1 à 8(1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2)- 5(Eté)- 6 (Aut 2)- 7 (Hiv 2)- 8 (Hiv 3) . Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en Appendice	375
Figure 3.122	Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Lakhal.	377
Figure 3.123	Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Taksebt.	387
Figure 3.124	Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Boukourdane.	387
Figure 3.125	Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Lakhal.	388
Figure 3.126	Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Ghrib.	388
Figure 3.127	Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Keddara.	389
Figure 3.128	Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Taksebt.	389
Figure 3.129	Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Boukourdane.	390
Figure 3.130	Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Lakhal.	390
Figure 3.131	Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Ghrib.	391
Figure 3.132	Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Keddara.	391
Figure 3.133	Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Taksebt.	392
Figure 3.134	Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Boukourdane.	392
Figure 3.135	Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Lakhal.	393
Figure 3.136	Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Ghrib.	393
Figure 3.137	Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Keddara.	394
Figure 3.138	Bloom printanier (a) et phase d'eau claire dans le barrage de Taksebt (b).	394
Figure 4.1	Figure résumant globalement l'influence des différentes variables sur le peuplement zooplanctonique et phytoplanctonique dans la majorité des lacs étudiés ici.	423

Tableau 1.1	Bassins versants par bassins hydrographique (Tabet-Aoul, 2008).	37
Tableau 1.2	Utilisation des eaux de surface et souterraines pour chaque type d'activité (Tabet-Aoul, 1998)	41
Tableau 1.3	Détails des zones de la stratification estivale (Sacchi et Testard, 1971).	44
Tableau 1.4	Principaux niveaux trophiques des plans d'eau.	45
Tableau 1.5	Limites de classes de trophie en lacs (OCDE, 1982).	46
Tableau 1.6	Particularités des plans d'eau oligotrophes et eutrophes (Matthews, 1998).	47
Tableau 2.1	Bassins des barrages de la zone d'étude	71
Tableau 2.2	Caractéristiques morphométriques du barrage de Keddara (A.N.B)	74
Tableau 2.3	Caractéristiques morphométriques du barrage de Boukourdane (A.N.B)	76
Tableau 2.4	Principales caractéristiques du barrage de Ghrib (A.N.B, 2004)	77
Tableau 2.5	Caractéristiques morphométriques de la retenue du barrage de Lakhel (ANB, 2000).	78
Tableau 2.6	Caractéristiques morphométriques du barrage de Taksebt.	81
Tableau 2.7	Description des différentes stations échantillonnées (S : Station).	84
Tableau 3.1	Grille de classification en fonction des moyennes des variations mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Keddara.	135
Tableau 3.2	Grille de classification en fonction des moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du barrage de l'oued Lakhel.	135
Tableau 3.3	Grille de classification en fonction des moyennes des variations mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Ghrib.	135
Tableau 3.4	Grille de classification en fonction des moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Boukourdane.	136
Tableau 3.5	Grille de classification en fonction des moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Taksebt.	136
Tableau 3.6	Grille de classification en fonction des moyennes des variations mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau de l'oued Chiffa.	136
Tableau 3.7	Valeurs moyennes physico-chimiques ainsi que l'erreur standard (SE) des sites étudiés.	140
Tableau 3.8	Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (* = $P < 0.05$ ; ** = $P < 0.01$ ; *** = $P < 0.001$ ) dans le barrage de Keddara	148
Tableau 3.9	Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de	149

	signification (* = $P < 0.05$ ; ** = $P < 0.01$ ; *** = $P < 0.001$ ) dans le barrage de Lakhal	
Tableau 3.10	Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (* = $P < 0.05$ ; ** = $P < 0.01$ ; *** = $P < 0.001$ ) dans le barrage de Ghrib	150
Tableau 3.11	Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (* = $P < 0.05$ ; ** = $P < 0.01$ ; *** = $P < 0.001$ ) dans le barrage de Boukourdane	151
Tableau 3.12	Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (* = $P < 0.05$ ; ** = $P < 0.01$ ; *** = $P < 0.001$ ) dans le barrage de Taksebt	152
Tableau 3.13	Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (* = $P < 0.05$ ; ** = $P < 0.01$ ; *** = $P < 0.001$ ) dans le barrage de l'Oued Chiffa	153
Tableau 3.14	Composition taxonomique de la communauté du zooplancton (Rotifères et copépodes), des lacs Boukourdane (BO), Lakhal (LE), Taksebt (TA), Ghrib (GR), Keddara (KE) et de l'oued chiffa (CH).	154
Tableau 3.15	Inventaire et nombre d'espèces communes aux six plans d'eau.	161
Tableau 3.16	Nombre des espèces pour chaque famille identifiées au cours de cette étude	170
Tableau 3.17	Matrices de similitude (Ensemble du zooplancton)	228
Tableau 3.18	Matrice de similitude (Copépodes)	228
Tableau 3.19	Matrice de similitude (Rotifères)	228
Tableau 3.20	Tableau récapitulatif des mesures moyennes des diversités des copépodes et des rotifères récoltées dans les sites d'étude ( $H'$ = indice de Shannon et Weaver; $E$ = équitabilité).	268
Tableau 3.21	Indice de Gannon et Stemberger (1978) et l'indice de Blancher (1984)	274
Tableau 3.22	Valence de saprobité et indices de saprobité des espèces de Rotifères récoltées. s, degré de saprobie; x, xénosaprobe; o, oligosaprobe; b, $\beta$ mésosaprobe; a, $\alpha$ mésosaprobe; p, polysaprobe; $l_i$ , poids individuel des espèces; $S_i$ , indice individuel de saprobie.	275
Tableau 3.23	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Boukourdane.	279
Tableau 3.24	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Boukourdane.	280
Tableau 3.25	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-	280

Tableau 3.26	chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Ghrib Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Ghrib.	283
Tableau 3.27	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Keddera.	284
Tableau 3.28	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Keddera.	285
Tableau 3.29	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Taksebt.	287
Tableau 3.30	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Taksebt.	288
Tableau 3.31	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Lakhal.	290
Tableau 3.32	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Lakhal.	293
Tableau 3.33	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Boukourdane.	294
Tableau 3.34	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Boukourdane.	296
Tableau 3.35	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Ghrib.	297
Tableau 3.36	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Ghrib.	299
Tableau 3.37	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-	301

Tableau 3.38	chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Keddara. Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Keddara.	301
Tableau 3.39	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Taksebt.	303
Tableau 3.40	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Taksebt.	305
Tableau 3.41	Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Lakhal.	306
Tableau 3.42	Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Lakhal.	308
Tableau 3.43	Répartition systématique des taxons répertoriés dans les six sites d'étude	324
Tableau 3.44	matrice de similitude (Index de Sorensen, 1948) entre les flores algales des différents lacs et d'un oued.	327
Tableau 3.45	Récapitulatif des mesures des diversités des algues récoltées dans les sites d'étude ( $H'$ = indice de Shannon et Weaver; $E$ = équitabilité; diversité selon Margalef).	343
Tableau 3.46	Indice de pollution algal (genres)	353
Tableau 3.47	Classification des sites en fonction de l'indice de Palmer (1969)	353
Tableau 3.48	Indice trophique de Nygaard	354
Tableau 3.49	Indice de trophie de Nygaard pour les différents réservoirs échantillonnés.	355
Tableau 3.50	Valeurs du CQ pour les différents plans d'eau.	356
Tableau 3.51	Indice de pollution des différents sites échantillonnés.	357
Tableau 3.52	Les statistiques pour les deux premiers axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton du lac Boukourdane	360
Tableau 3.53	Les statistiques pour les deux premiers axes de la RDA réalisée sur le phytoplancton au lac Boukourdane	361
Tableau 3.54	Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton au lac Ghrib	364
Tableau 3.55	Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton au lac Ghrib	365
Tableau 3.56	Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur	368

Tableau 3.57	le phytoplancton au lac Keddara Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton du lac de Keddara.	370
Tableau 3.58	Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton au lac Taksebt.	371
Tableau 3.59	Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton du lac de Taksebt.	373
Tableau 3.60	Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton au lac Lakhal.	374
Tableau 3.61	Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton du lac de Lakhal	376
Tableau 4.1	Caractéristiques physico-chimiques (pH) des eaux (D'après De Villers et al, 2005).	400
Tableau 4.2	Caractéristique physico-chimiques des eaux (D'après De Villers et al, 2005).	404
Tableau 4.3	Grille de qualité globale des eaux de surface	406
Tableau 4.4	Grille de qualité de classification de nos sites d'étude	406
Tableau 4.5	Valeurs des seuils trophiques des plans d'eau	407
Tableau 4.6	Statut trophique des lacs en fonction de la chlorophylle a	407
Tableau 4.7	Comparaison du nombre d'individus/l récoltés au cours des deux années d'échantillonnage.	412
Tableau 4.8	Comparaison des différents indices de trophie et de pollution	419

## INTRODUCTION

Les écosystèmes lacustres constituent non seulement des réserves d'eau douce, mais ils peuvent être également des centres d'intérêt touristique et piscicole capables de stimuler des économies régionales. Face à l'explosion démographique actuelle, on se rend compte que les ressources en eau douce sont épuisables et que les activités humaines représentent l'une des causes majeures du stress des écosystèmes aquatiques [1; 2 ;3].

Un écosystème aquatique est caractérisé par l'existence d'un réseau trophique au sein duquel la production primaire, source d'oxygène essentielle pour les organismes hétérotrophes, est assurée par le phytoplancton. La succession saisonnière et les variations interannuelles ou spatiales du plancton en général sont fonction de facteurs de régulation (facteurs de contrôle) de nature physicochimique et/ou biologique [4]. Au sein du plancton, la modification avec le temps (la saison) de certaines caractéristiques environnementales (stabilité de la colonne d'eau, transparence des eaux, richesse nutritive ...) est à l'origine du remplacement des espèces planctoniques en raison de l'opportunité de certaines espèces à se développer dans de nouvelles conditions.

Le zooplancton est avec le phytoplancton une composante commune à tous les plans d'eau que l'on parle de rivières, de lacs, d'étangs, de fleuves, de mers et d'océans [5].

Le zooplancton, représenté en particulier par les Copépodes, les Rotifères et les Cladocères est un élément important dans la chaîne alimentaire; notamment, il constitue un aliment de base pour les larves de certains stocks halieutiques et des espèces de poissons adultes [6]. Son étude

fournit des informations qui conduiront à une meilleure compréhension des relations trophiques dans les lacs. Il constitue un lien important entre la production primaire phytoplancton et les poissons.

Le zooplancton joue un rôle important dans la dynamique de la chaîne trophique des écosystèmes planctoniques et le transfert de l'énergie de la productivité primaire à des niveaux trophiques supérieurs [7]. En outre, ses représentants sont des indicateurs de la qualité de l'eau dans les écosystèmes aquatiques. Plusieurs facteurs abiotiques et biotiques régissent les fluctuations saisonnières des espèces de zooplancton dans les régions tempérées et tropicales [8 ; 6 ; 9 ; 10 ; 11 ; 12]. En général, les facteurs tels que la température [13], la salinité [14], le pH [15] et la conductivité électrique [16] peuvent influencer sur cette communauté en ce qui concerne à la fois la composition et la densité de population.

La superficie de la retenue [17], son statut de trophie [18] et le stade de succession [19] ont également une grande influence sur la composition du zooplancton. Cependant, les facteurs reconnus comme les plus importants par la majorité des auteurs sont la température [20], la qualité et la disponibilité de la nourriture [21 ; 22], la concurrence et la prédation [23 ; 24]. Dans les milieux naturels, ces facteurs agissent simultanément et/ou s'interagissent entre eux à des degrés divers, en modifiant la structure du zooplancton de différentes façons.

Comme toutes les plantes, le phytoplancton a besoin de lumière pour la photosynthèse des nutriments nécessaires à la croissance, à la reproduction et à leur métabolisme. La lumière et les éléments nutritifs diffèrent fondamentalement dans leur distribution à l'intérieur d'un mélange eau-colonne [25 ; 26]. Ces communautés phytoplanctoniques d'eau douce varient également avec la saison [19] et dépendent des facteurs physiques et chimiques [4]. La disponibilité des nutriments et leurs proportions constituent l'un des principaux facteurs qui contrôle leur croissance [27 ;28 ;29], leur biomasse [30 ;31] et leur composition taxonomique [32 ;33 ;34 ;35]. Il sert de nourriture de base à tout le zooplancton herbivore et représente une part non négligeable de l'alimentation

des animaux filtreurs, Copépodes, Rotifères et Cladocères. Par ailleurs, elles constituent un indicateur sensible aux agressions environnementales.

### Travaux antérieurs

L'Algérie est dotée d'une variété d'écosystèmes aquatiques, en particulier d'un certain nombre de lacs qui sont d'un grand intérêt scientifique et économique.

Les eaux douces algériennes ont fait l'objet de plusieurs études essentiellement hydrologiques, dont les plus importantes sont celles de Sari [36], ANB [37], Kouti et *al.*, [38], Touaibia et *al.*, [39], Remini [40], CNES [41], Roose et *al.*, [42], Khettab [43], Loucif Seiad [44], Morsli et *al.*, [45 ;46] et Meguenni et Remini [47].

La microfaune des eaux douces de l'Algérie est diversifiée et les crustacés en constituent une partie importante. Nous donnons ici un bref historique de la recherche dans ce domaine. Les premières données sur la faune des crustacés planctoniques algériens principalement collectés dans les lacs ont été publiées par Guerne et Richard [48 ;49], Richard [50] et Blanchard et Richard [51,52]. Une étude de plus grande envergure en Algérie (en Tunisie) a été réalisée par Gurney [53] qui a identifié 21 espèces, dont cinq nouvelles pour l'Algérie: *Paradiaptomus greeni* (Gurney, 1906), *Diaptomus (Chaetodiaptomus) cyaneus cyaneus* Gurney, 1909, *Hemidiaptomus ingens* (Roy, 1927), *Copidodiaptomus numidicus* (Gurney, 1909) et *Metacyclops planus* (Gurney, 1909). Puis, Roy [54 ;55 ;56 ;57] a ajouté quatre autres espèces, *Hemidiaptomus gurneyii* (Roy, 1927), *Canthocamptus microstaphylinus monardi* Roy, 1927, *Canthocamptus microstaphylinus rosei* Roy, 1927 et *Bryocamptus gauthieri* (Roy, 1924). Kiefer [58 ;59 ;60 ;61] a réalisé un inventaire des Copépodes à partir de différents échantillons provenant de sites du Nord et du Sud (Sahara Central), en ajoutant *Eucyclops hadjebensis* Kiefer, 1926, *Cryptocyclops linjanticus* (Kiefer, 1928), *Megacyclops donnalsonni algericus* Kiefer, 1930 et *Bryocamptus (Limocamptus) viduus* (Kiefer, 1952). Roy et Gauthier [62] et Gauthier [63 ;64 ;65 ;66] ont contribué largement à la connaissance de la microfaune aquatique algérienne et ont complété l'inventaire des crustacés, des insectes (larves) et des Rotifères pour

l'Afrique du Nord et le Sahara. Un travail similaire a été effectué par Rose et Vaissière [67] sur les Copépodes marins et d'eau douce de l'Afrique du Nord. Dumont et *al.*, [68] dans leur étude sur le zooplancton (Anostraca, Conchostraca, Cladocera et Copepoda) de la Tunisie et de l'Algérie (quelques sites du Nord-Est, le lac Oubeira), ont signalé 25 espèces, seules quatre espèces ont déjà été signalées en l'Algérie. Parmi les travaux les plus récents, nous pouvons citer ceux de Cherbi [69] sur les lacs de Hamiz, de Ghrib et de Boughzoul (Nord de l'Algérie), de Akli [70], sur différents bassins du Nord et du Sud de l'Algérie, qui a ajouté trois nouvelles espèces: *Cyclops abyssorum mauritaniae* Lindberg, 1950, *Eucyclops (Eucyclops) euacanthus* (Sars, 1909) et *Paracyclops chiltoni* (Thomson, 1882). L'étude de la distribution du zooplancton dans deux écosystèmes d'eau douce dans le Nord-Ouest de l'Algérie (Sidi Bel Abbès) a apporté de nouvelles données sur la répartition des espèces *Arctodiaptomus salinus*, *A. wierzejskii*, *Copidodiaptomus numidicus*, *Cyclops strenuus strenuus* et *Tropocyclops prasinus* [71]. De nombreuses études ont été réalisées à partir des zones humides côtières dans le Nord de l'Algérie au cours de la dernière décennie comme celles de Samraoui et *al.*, [72] et Samraoui [73]. Ce dernier a donné une liste de 22 espèces de copépodes de la Numidie comprenant trois nouvelles espèces : *Eucyclops turcomanus* Lindberg, 1959, *Mesocyclops ogunuus* Onabamiro, 1957 et *Mesocyclops salinus* Kiefer, 1981.

Les premiers travaux sur les rotifères des eaux continentales algériennes ont été réalisés à la fin du XIXème siècle par Maupas [74], qui a inventorié quatre espèces près d'Alger. D'autres travaux concernent uniquement l'inventaire faunistique du zooplancton : c'est le cas des travaux de Gauthier [75] qui a mentionné 21 espèces de rotifères. En 1931, il ajoute à sa liste faunistique *Asplanchnella brightwelli* et *Filinia longiseta*. Un travail similaire a été réalisé par Beadle [76] sur les rotifères des eaux douces et marines dans plusieurs localités. Cet auteur signale plusieurs espèces dont 3 nouvelles : *Lecane lamellata*, *L. luna* et *Pleurotocha petromyzon*. Depuis cette période, très peu de travaux ont été menés ; parmi les plus récents, Hondt [77 ;78] signale quatre nouvelles espèces : *Encentrum marinum*, *Colurella adriatica*, *Lecane luna* f. *presumpta*, et *Trichotria similis*. Des expéditions entreprises par

l'Université de Gand/Gent (Belgique) de 1976 à 1978 ont permis d'identifier 128 espèces [79], dont 116 nouvelles pour l'Algérie [80].

Les travaux de Samraoui *et al.* [72] ont traité des peuplements zooplanctoniques (copépodes et rotifères) de l'Est du pays (Annaba), permettant de recenser 19 nouvelles espèces pour l'Algérie.

D'autres groupes zoologiques aquatiques ont fait l'objet de plusieurs travaux taxonomiques, nous citerons ceux de Seurat [81], Beadle [76], Vaillant [82], Gagneur *et al.*, [83 ;84], Beladjal *et al.*, [85], Beladjel [86] et Beladjal et Mertens [87] qui ont permis de faire un inventaire et de compléter la liste faunistique sur les Anostracés de l'Algérie. Les travaux sur les Branchiopodes (Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) [88 ; 89 ; 90] ont permis de compléter les connaissances sur les Branchiopodes. D'autres études ont concerné les poissons [91 ;92].

Ces travaux, typiquement taxonomiques, ne se sont concentrés que sur la répartition des espèces. Leur but a été d'établir ou de compléter des listes d'espèces faunistiques. Même si la taxonomie a continué à progresser, elle n'a plus été le premier objectif. En revanche, de nouvelles approches visant à étudier les écosystèmes aquatiques ont été abordées. Divers cours d'eau ont été étudiés en Algérie: l'oued Rhumel [93], l'oued Tafna [83 ;84 ;94 ;95 ;96 ;97], l'oued Aissi [98], les oueds Mouzaia et Chiffa [99], l'oued Khrouf et le Chott Merouane, les zones humides situées dans la zone steppique [100], l'oued El-Harrach [101], l'oued Sebaou [102 ;103], l'oued Cheliff [104], le lac du barrage de Boukourdane (Tipaza), le lac de barrage de Foum El Ghorza (Biskra), le lac de barrage de Djorf Torba (Béchar) [105] et l'oued Kébir [106].

Très peu de travaux concernant la flore des écosystèmes aquatiques et riverains algériens ont été réalisés. Toutefois, les travaux de Gauthier-Lievre [107], Baudrimont [108] et Bensettiti [109] méritent d'être mentionnés. Plus récemment, les travaux de Bensouilah *et al.*, [110], Nasri *et al.*, [111 ;112 ;113 ;114], Souissi *et al.*, [115], Amri *et al.*, [116] et Quartisi *et al.*, [117] se sont intéressés principalement aux cyanobactéries dans le Nord Est de l'Algérie (Lac Oubeira). D'autres études concernent les populations du

phytoplancton de l'oued Cheliff [118], du lac Oubeira par Branes et *al.*, [119] ou les diatomées de l'oued Kebir [120].

## **Objectifs**

Très peu d'études limnologiques ont été réalisées dans le Nord centre algérien. Les travaux menés dans le présent document ont fourni des données résultant des campagnes d'échantillonnage menées dans cinq barrages: le lac de barrage de Boukourdane à Tipaza, le lac de barrage de Ghrib à Ain Defla, le lac de barrage de Taksebt à Tizi-ouzou, le lac de barrage de Lakhal à Bouira et le lac de barrage de Keddara à Boumerdès et un oued (oued Chiffa à Médéa) dans le Nord de l'Algérie de 2005 jusqu'en 2008.

L'objectif de ce travail est d'apporter de nouvelles données scientifiques sur les peuplements phytoplanctoniques et zooplanctoniques (Copépodes et Rotifères) de ces six plans d'eau. En effet, leur position clé à la base de la pyramide trophique, confère au phytoplancton et au zooplancton un rôle fondamental et leur étude paraît primordiale pour mieux comprendre le fonctionnement des systèmes aquatiques. Ce travail constitue une contribution à l'étude de ce maillon principal qui, à notre connaissance, n'a jamais été ou très peu étudié dans ces lacs.

Nous proposons donc, après avoir présenté le milieu d'étude, puis défini le matériel et les méthodes de travail, d'initier une approche biologique sous l'aspect essentiellement systématique des espèces récoltées afin d'actualiser les données systématiques sur les Copépodes, les Rotifères et le phytoplancton, d'analyser leurs évolutions et d'identifier les différentes espèces de Rotifères et du phytoplancton qui sont de bons indicateurs de la qualité de l'eau.

Les relations entre les paramètres biotiques telles que les populations planctoniques (zooplancton et phytoplancton) et les facteurs abiotiques ont été abordés par trois analyses: Test de corrélation de Pearson, l'analyse de redondance (RDA) et l'analyse canonique des correspondances détendancée (DCCA) afin de comprendre les interactions biotiques et abiotiques dans les lacs de barrages de la région étudiée.

## PARTIE 1

### SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

#### 1.1 Réseau hydrographique en Algérie :

La répartition des ressources en eau n'est pas homogène dans l'ensemble du pays que ce soit au niveau de leur répartition géographique, de leur quantité ou de leur nature (eaux de surface ou souterraines).

Le pays est divisé en 5 régions hydrographiques regroupant les 17 bassins versants du pays (Tableau 1.1, Figure 1.1). Les potentialités en eau de l'Algérie sont globalement estimées à 19,4 milliards de m<sup>3</sup>/an, dont :

- 12 milliards de m<sup>3</sup> en eau superficielle et 2,4 milliards de m<sup>3</sup> en eau souterraine pour les régions nord du pays et 5 milliards de m<sup>3</sup> exploitables dans les régions sahariennes.
- 71 barrages d'une capacité de 7,1 milliards de m<sup>3</sup>.

Tableau 1.1 : Bassins versants par bassins hydrographique [121].

Bassins hydrographiques	Superficie en Km <sup>2</sup>	Bassins versants
Oranie-Chott Chergui	77169	Côtiers oranais
Macta		
Tafna		
Chott Chergui		
Cheliff-Zahrez	56227	Côtiers Dahra
Cheliff		
Chott Zahrez		
Algérois-Hodna-Soummam	47431	Côtiers algérois
Sebaou		
Isser		
Soummam		
Chott Hodna		
Constantinois-	44348	Côtiers constantinois
Seybousse-Mellegue		
Kébir-Rhummel		
Medjerdah Mellegue		
Seybousse		
Hauts plateaux constantinois		
Sahara	2018054	Sahara
Chott Melghir		

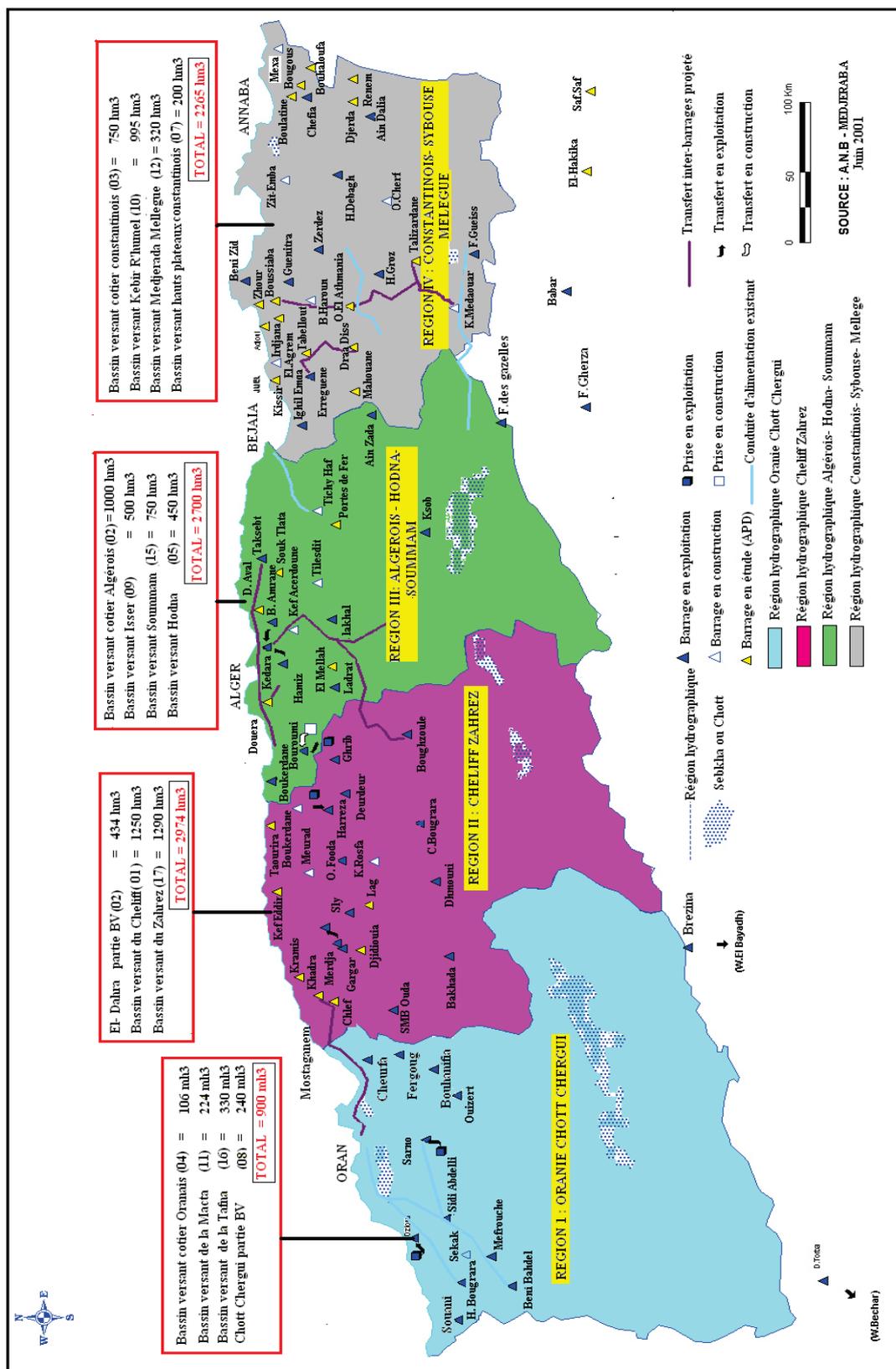


Figure 1.1 : Régions hydrographiques [122].

En Algérie, les ressources en eaux dépendent des précipitations donc du climat. Le climat de l'Algérie est connu pour sa grande diversité spatiale et sa grande variabilité interannuelle [123].

L'Algérie s'étend du Nord (mer Méditerranée) au Sud (Sahara) sur plus de 2000 km. Les montagnes de l'Atlas Tellien et de l'Atlas Saharien divisent ce territoire en bandes orientées Est-Ouest : celle de la côte et de l'Atlas Tellien - celle des Hautes Plaines et de l'Atlas Saharien - celle du Sahara.

Chacune de ces bandes a un climat particulier, caractérisé surtout par la température et la pluviométrie.

Les trois étages bioclimatiques qui constituent le climat méditerranéen (Figure 1.2) de l'Algérie se distinguent selon Mate [124] par :

- ♣ Un étage bioclimatique subhumide sur la côte et dans l'Atlas Tellien : les gelées sont très rares en hiver et les étés sont chauds. Il est caractérisé par des hivers pluvieux et doux, et des étés chauds et secs, tempéré par des brises de mer; les précipitations diminuent d'est en ouest (1000 - 400 mm) et du nord au sud (1000 à moins de 130 mm). Dans cette zone, les températures moyennes minimales et maximales respectivement oscillent entre 5 et 15°C en hiver et de 25 à 35°C en été; les vents humides venant de la mer apportent des pluies, de l'automne au printemps. Ces pluies sont plus abondantes à l'Est qu'à l'Ouest.
- ♣ Un étage bioclimatique aride sur les Hautes Plaines et dans l'Atlas Saharien : avec des précipitations faibles et irrégulières, de 200 à 400 mm par an; les pluies sont rares, surtout sur les Hautes Plaines d'Oranie; la température descend souvent au-dessous de zéro degré en hiver. En été elle dépasse 30 et voire même 40 degrés;
- ♣ Un étage bioclimatique désertique (hyper-aride) dans la région saharienne: les pluies sont exceptionnelles et très irrégulières. Les précipitations sont inférieures à 150 mm par an; les températures de jour atteignent en été 45 et même 50 °C. La température moyenne saisonnière est de 15 à 28°C en hiver et atteint 40 à 45°C en été.

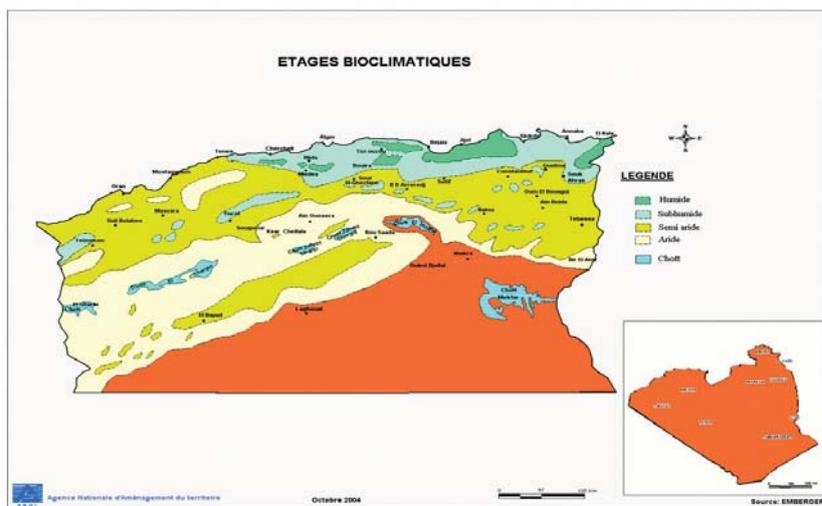


Figure 1.2 : Etages bioclimatiques (Agence National d'Aménagement du Territoire, 2008).

La répartition spatiale des précipitations est caractérisée par un gradient Nord-Sud bien marqué et un gradient Est-Ouest plus faible [125 ;126 ;127]. L'Est algérien est la partie la plus humide avec une moyenne pluviométrique de 530 mm par an. Le Centre occupe la seconde place avec 480 mm. Enfin, l'Ouest est plus sec avec une moyenne annuelle de 260 mm [128].

En ce qui concerne les températures (Figure 1.3), le contraste est bien marqué entre l'hiver et l'été. Les températures moyennes mensuelles les plus basses se rencontrent au mois de Janvier (inférieures à 10°C) alors que les maximas sont atteints en juillet ou août (25 et 30°C). Le contraste entre l'hiver et l'été s'accroît fortement lorsque l'on s'éloigne de la mer [127].

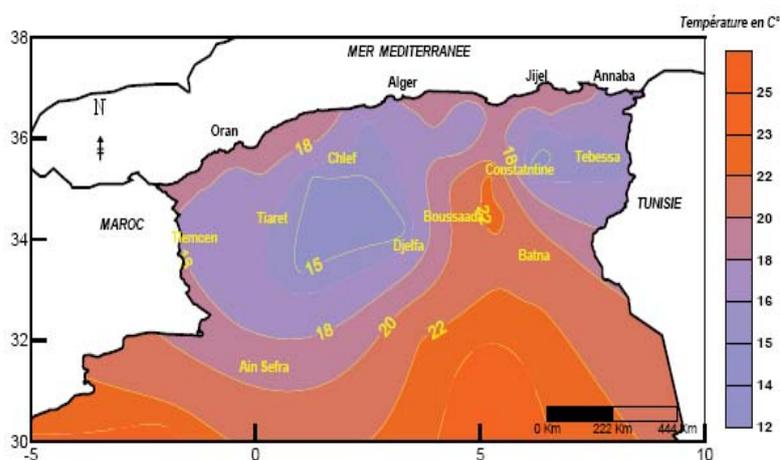


Figure 1.3 : Température moyenne annuelle sur le Nord de l'Algérie [129].

### 1.2 Utilisations de l'eau en Algérie :

Le tableau ci-dessous indique les volumes d'eau répartis en termes d'utilisations en eau potable, dans l'industrie et dans l'agriculture.

Tableau 1.2 : Utilisation des eaux de surface et souterraines pour chaque type d'activité [130].

Type d'activité	Eaux souterraines (hm <sup>3</sup> )		Eaux de surface (hm <sup>3</sup> )	Total (hm <sup>3</sup> )	En %
	Nord	Sud			
Eau potable et industrie	1000	200	300	1500	35.3
Agriculture					
*grandes surfaces	-	-	150	150	3.5
*petites surfaces	900	-	200	1100	25.9
*Sud	-	1300	-	1300	30.6
Energie	-	-	200	200	4.7
Total	1900	1500	850	4250	
Pourcentage	44.7	35.3	20.0	100.0	100.0

### 1.3 Généralités sur les eaux :

Les eaux de surface peuvent se présenter sous forme d'eaux courantes (lotiques) ou d'eaux stagnantes (lentiques), elles se distinguent par des vitesses d'écoulement respectivement plutôt élevées et plutôt faibles si non nulles [131].

Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et en vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues de barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable.

### 1.3.1 Eaux courantes (ou lotiques) :

Ces eaux regroupent toutes les eaux en mouvement : sources, torrents, ruisseaux, rivières, fleuves, constituant un vaste réseau hydrographique qui mène à la mer [132].

Elles sont caractérisées par une vitesse de courant selon un gradient amont-aval. Ces vitesses de courant déterminent la composition et la structure de la communauté biologique dont la majeure partie des organismes vit dans la « couche limite » qui correspond à une zone d'eau calme au contact du substratum. L'eau courante constitue un agent érosif, de transport et de dépôt de matériaux.

Les eaux courantes peuvent être classées en grandes zones écologiques :

- ♣ En haute et moyenne montagne, les eaux sont généralement froides (<18°C en été) et peu minéralisées ; elles présentent un aspect torrentueux favorisant l'oxygénation et hébergent une riche microfaune.
- ♣ En plaine, les cours d'eau sont larges, plus ou moins sinueux et relativement lents, avec une température estivale plus élevée (24 à 28°C) et une minéralisation plus importante. Les végétaux aquatiques ou macrophytes se développent et participent à l'oxygénation du milieu durant le jour. Mais la nuit, leurs respiration ajoutée à celle des organismes animaux et à la consommation permanente d'oxygène par les bactéries, abaisse la teneur en oxygène [133].

### 1.3.2 Eaux stagnantes (ou lentiques) :

Les eaux stagnantes des lacs et des étangs, s'opposent aux eaux courantes telles que les fleuves, les rivières ainsi que les torrents [134]. A la différence des eaux courantes, les eaux stagnantes constituent des zones où la sédimentation intense va progressivement oblitérer la cuvette. Les plans d'eau ne sont qu'une structure passagère à l'échelle géologique, mais leur évolution naturelle peut être très fortement accélérée par les rejets des activités agricoles, industrielles et urbaines [133].

#### 1.3.2.1 Zonation écologique et stratification des masses d'eau :

Afin de subdiviser l'écosystème lacustre en compartiments écologiques standards, une zonation inspirée du milieu marin a été adoptée. Les différents faciès lentiques ainsi définis, sont représentés dans la figure suivante :

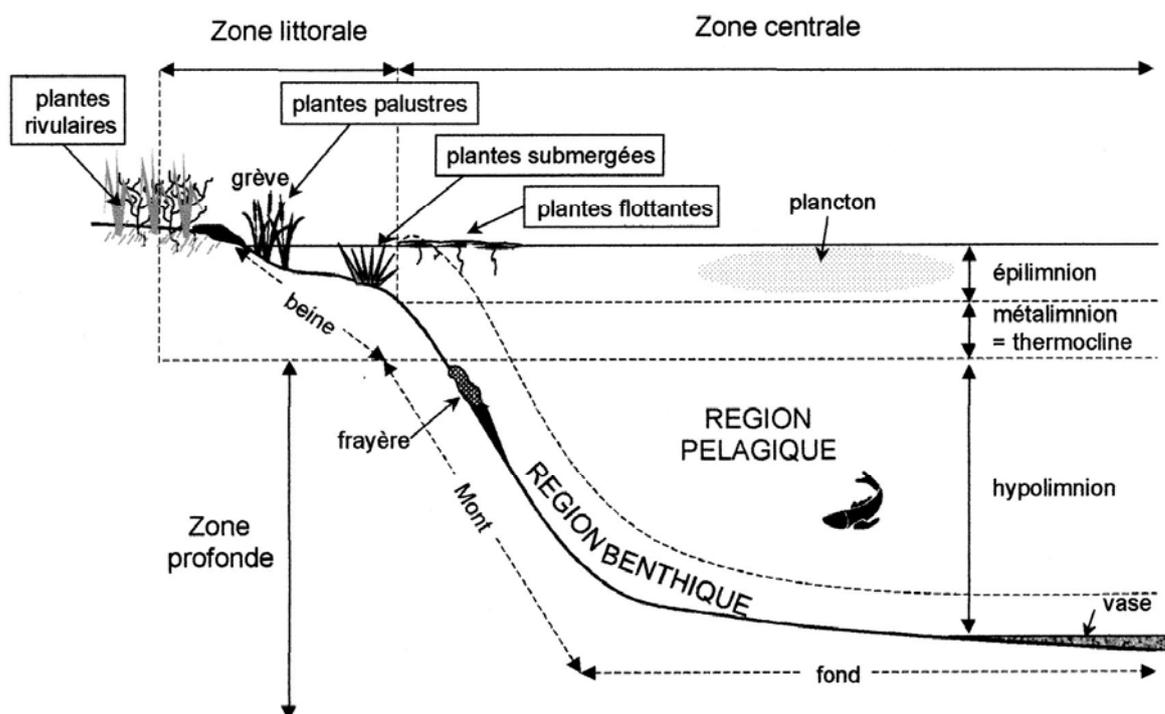


Figure 1.4 : Schéma de la zonation en faciès lentiques [135 ; 136]

On distingue ainsi :

- Une zone littorale d'eaux calmes, limitée en profondeur par un niveau d'éclairement suffisant pour la croissance des macrophytes enracinés. Le périphyton désigne l'ensemble des organismes vivant au sein des herbiers.
- Une zone centrale divisée selon la profondeur de pénétration de la lumière en deux couches, euphotiques et aphotiques. L'immobilisation plus ou moins importante des masses d'eau détermine les caractéristiques thermiques des plans d'eau. Celles-ci conditionnent leur fonctionnement biologique. En période estivale, sous l'action du rayonnement solaire, du vent et des courants induits, le réchauffement des eaux de surface provoque une stratification de la masse d'eau plus ou moins prononcée suivant la morphologie du plan d'eau et de son hydrodynamisme. On distingue habituellement deux zones, l'épilimnion et l'hypolimnion, séparées par une barrière appelée métalimnion ou thermocline (ou barocline) [137] (Tableau 1.3).

Tableau 1.3 : Détails des zones de la stratification estivale [137].

<b>Zones</b>	<b>Situation</b>	<b>Température</b>	<b>Gradient thermique</b>
épilimnion	Surface	Elevée et stable	Moyen
métalimnion	Profondeur donnée	Saut thermique	Très fort
hypolimnion	Fond	Froide et stable	nul

On distingue également une distinction verticale entre la région pélagique, qui constitue une zone de pleine d'eau et la région benthique. Cette dernière joue un rôle très important au niveau des échanges situés à l'interface eau-sédiment et n'est pas limitée aux seules zones profondes mais concerne l'ensemble du plan d'eau, y compris la zone littorale.

### 1.3.2.2 Niveau trophique :

Les plans d'eau sont souvent classés en fonction de leur niveau trophique (Tableau 1.4). Ces niveaux résultent des différents phénomènes qui conduisent à l'élaboration de matière organique à partir des substances minérales, à travers les cycles des producteurs (organismes photosynthétiques), des consommateurs et des décomposeurs [138].

Tableau 1.4 : Principaux niveaux trophiques des plans d'eau [138].

Niveau trophique	oxygénation	Production primaire	caractéristiques
Oligotrophe	forte	faible	Milieus jeunes, facteurs physico-chimiques dominants
Mésotrophe	bonne	bonne	Harmonie entre biologique et minéral
Eutrophe	Très faible	Très forte	Forte biomasse algale
Dystrophe	Très faible	faible	Lacs acides, chargés en substances humiques

Dans un état dit d'équilibre, plusieurs modifications de la matière organique peuvent intervenir, notamment au travers des grands cycles biogéochimiques du carbone, de l'oxygène, de l'azote et du phosphore conduisant à une dégradation de la matière organique sans qu'il y ait accumulation. C'est le cas des plans d'eau mésotrophes.

En dehors de cette situation, on observe des états d'oligotrophie, bien représentés en altitude, caractérisés par une faible dégradation de la matière organique mais une bonne oxygénation. A l'inverse, en situation

d'eutrophisation, les apports extérieurs importants vont induire une productivité exacerbée.

Les phénomènes d'eutrophisation dans les lacs ont été largement étudiés depuis plus de trente ans [139 ;140]. A ce titre, une classification reliant les teneurs en phosphore de la colonne d'eau et d'autres paramètres de la qualité de l'eau aux quantités de chlorophylle *a* qui y sont présentes a été élaborée par Vollenweider [141] et reprise dans le cadre de l'OCDE (Organisation de Coopération et du Développement Economique) (Tableau 1.5).

Tableau 1.5 : Limites de classes de trophie en lacs [142].

Niveau trophique	Concentrations en phosphore ( $\mu\text{g P.L}^{-1}$ )	Chlorophylle <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )		Transparence (m)	
		Moyenne	Maximum	Moyenne	Minimum
ultra-oligotrophie	0 - 4	< 1	< 2,5	> 12	>6
oligotrophie	4 - 10	1-2,5	2,5-8	12-6	6-3
mésotrophie	10 - 35	2,5-8	8-25	6-3	3-1,5
eutrophie	35 - 100	8-25	25-75	3-1,5	1,5-0,7
hyper-eutrophie	> 100	> 25	>75	<1,5	<0,7

Le phosphore a longtemps été l'indicateur principal de l'état trophique d'un lac, aux dépens d'autres paramètres [143] tels que l'azote, la matière organique, l'oxygène ou la transparence, pris actuellement en compte dans les diagnostics des lacs. Le tableau n° 1.6 donne par exemple une description des différents états trophiques d'un lac. Cette description reste néanmoins couramment utilisée pour désigner le potentiel trophique d'un plan d'eau [144].

Tableau 1.6 : Particularités des plans d'eau oligotrophes et eutrophes [144].

<b>Plan d'eau oligotrophe</b>	<b>Plan d'eau eutrophe</b>
Eau pauvre en nutriments	Eau riche en nutriments
Azote inorganique < 200µg/l	Azote inorganique < 700µg/l
Phosphore total < 10 µg/l	Phosphore total < 30 µg/l
Profonds, pentes abruptes	Peu profonds, zone littorale
Epilimnion mince, hypolimnion épais	Hypolimnion réduit
Eau transparente, bleue ou légèrement verte jaune Sédiments faible en MO MO	Eau trouble, verte, verte à Sédiments riches en
Eau bien oxygénés à tous les niveaux l'hypolimnion	Oxygène épuisé dans
Végétation littorale faible envahissante	Végétation littorale
Phytoplancton peu abondant	Blooms phytoplanctoniques
Faune diversifiée	Faune peu diversifiée,
Biomasse benthique faible	Biomasse benthique forte

La caractérisation d'un lac nécessite donc un grand nombre de mesures. La détermination de son niveau trophique ne donne pourtant qu'un aperçu de son fonctionnement.

#### 1.3.2.3 Pollution de l'eau :

Un système aquatique est dit "pollué" lorsqu'il est soumis à des agressions extérieures susceptibles de nuire à la qualité de l'écosystème, telles que des rejets d'eaux usées ou industriels. Quels que soient la nature de la pollution et le type de milieu concerné, à partir d'un certain niveau d'intensité de la pollution, l'effet se traduit par une simplification de l'édifice trophique. En effet, suite à une altération, le milieu évolue plus ou moins rapidement et

devient inhospitalier à un certain nombre d'espèces en fonction de leur propre tolérance, les plus sensibles disparaissant en premier [145 ;146 ;147].

Il peut aussi se définir comme étant une dégradation ou une perturbation du milieu, qui résulte en général de l'apport de matières ou de substances exogènes. Ses effets peuvent être modificateurs ou destructeurs vis-à-vis du fonctionnement du milieu, selon la nature ou la quantité du polluant [148]. La figure suivante résume toutes les sources à l'origine des pollutions des eaux de surface.

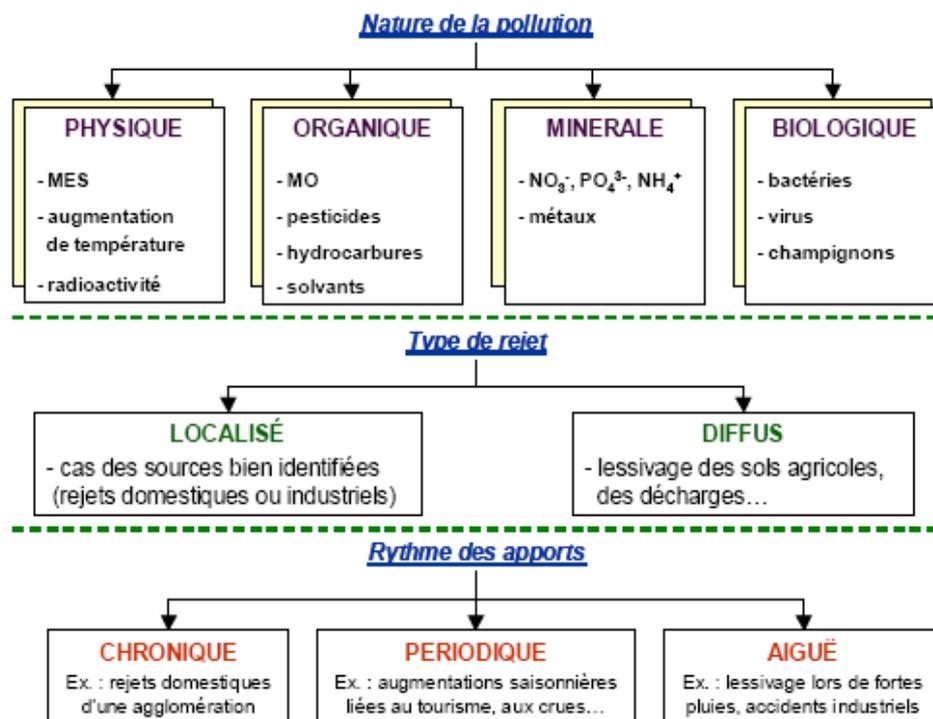


Figure 1.5 : Représentation schématique des différents types de pollution [149].

#### 1.3.2.4 Eutrophisation :

##### 1.3.2.4.1 Définition :

Parmi les perturbations qui peuvent atteindre les écosystèmes aquatiques d'eau douce, le phénomène de l'eutrophisation est très fréquemment évoqué. L'eutrophisation est le vieillissement naturel d'un plan d'eau qui s'enrichit excessivement en sels nutritifs bio-disponibles, essentiellement de l'azote et du phosphore. Il se produit ainsi un

développement accéléré des algues et des végétaux d'espèces supérieures perturbant l'équilibre des organismes présents dans l'eau et une dégradation de sa qualité [150 ; 151 ; 152].

Notons que, à l'origine, l'eutrophisation d'un hydrosystème est un processus évolutif naturel d'enrichissement des eaux, mais les activités anthropiques ont eu pour conséquence d'amplifier largement ce phénomène qui apparaît désormais à une échelle de temps humaine.

Ramade [153], dans le Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, marque la différence entre ces deux cas (phénomène naturel ou phénomène résultant des activités humaines) en leur attribuant deux termes distincts:

♣ Eutrophisation :

« Phénomène d'enrichissement des eaux continentales ou littorales en sels minéraux nutritifs (phosphates, nitrates,...) résultant de phénomènes naturels. Il se caractérise par une prolifération d'algues et de plantes supérieures aquatiques qui conduit à une désoxygénation des couches profondes des eaux».

♣ Dystrophisation :

« Phénomène caractérisé par un enrichissement excessif par des éléments minéraux nutritifs des eaux. Cet enrichissement peut être produit par le déversement d'effluents urbains pollués par des matières organiques fermentescibles ou au contraire par des pollutions diffuses liées à l'usage excessif d'engrais chimiques dans les terres cultivées du bassin versant. Il en résulte une prolifération massive du phytoplancton et de la végétation aquatique ».

L'eutrophisation s'observe surtout dans les écosystèmes dont les eaux se renouvellent lentement en particulier dans les lacs peu profonds où les berges se couvrent d'algues et de plantes aquatiques [154]. Dans les conditions naturelles, cette eutrophisation se développe très lentement sur une échelle de temps géologiques [155].

L'eutrophisation des retenues de barrages est générale en Algérie où les rejets en éléments nutritifs, tant ponctuels que diffus, ont augmenté considérablement avec la densité de la population et l'intensification des activités agricoles [156].

#### 1.3.2.4.2 Impacts de l'eutrophisation sur le système aquatique :

##### ➤ Influence sur les gaz dissous :

La production de l'oxygène est très forte en phase diurne de par la présence massive des communautés végétales. Ainsi, la teneur en oxygène dissous en milieu de journée peut atteindre des valeurs toxiques pour le zooplancton et le zoobenthos [148]. Au cours de la phase nocturne, la respiration de l'ensemble des organismes n'est pas compensée par la photosynthèse. Ainsi, la prolifération excessive des végétaux peut conduire à une désoxygénation totale de la masse d'eau.

La décomposition des végétaux à la fin de leur cycle de vie, tend également à utiliser tout l'oxygène disponible dans le milieu, avec pour conséquence potentielle la mort par asphyxie des communautés de poissons [157 ;140 ].

##### ➤ Conséquences sur la faune et la flore en place :

La simplification de l'édifice trophique est l'une des conséquences de l'eutrophisation. En effet, les explosions végétales peuvent éliminer les diverses espèces algales au profit d'une seule espèce.

En plus de l'effet direct des variations de pH sur les organismes, les changements des formes chimiques des éléments sous l'effet des variations de pH doivent être également pris en considération. Ainsi, en conditions basiques, les ions  $\text{NH}_4^+$  peuvent être transformés en ammoniac gazeux ( $\text{NH}_3$ ) toxique pour la faune. On note également le développement préférentiel de cyanobactéries, productrices de toxines, qui en tant que fixatrices d'azote atmosphérique peuvent proliférer tant que le phosphore est disponible.

##### ➤ Autres conséquences :

L'eutrophisation peut aussi avoir pour conséquence l'apparition des gênes hydrauliques et mécaniques à l'écoulement telles qu'observées au

niveau des prises d'eau (par les algues filamenteuses), ainsi que la perturbation des activités de loisirs (navigation, baignade).

On note aussi des nuisances olfactives générées par les fortes odeurs dégagées lors de la décomposition de cette importante biomasse de végétaux et, également des difficultés de traitement engendrant une augmentation des coûts de la production d'eau potable (colmatage des filtres) [157].

#### 1.3.2.5 Réseau trophique :

Les écosystèmes, en particulier aquatiques, peuvent être décrits comme la juxtaposition de différents niveaux trophiques. Un niveau trophique regroupe tous les organismes dont le mode de nutrition est identique ou très similaire du point de vue des aliments ingérés.

La description a été formalisée par Lindeman [158] afin de pouvoir établir et de décrire les relations qui les lient (Figure 1.6). A la base de l'écosystème, les organismes photosynthétiques qui croissent à partir d'éléments minéraux occupent le niveau I. Ce sont les producteurs primaires. Les consommateurs primaires se nourrissent aux dépens de ces organismes et occupent le niveau II [159 ; 160]. Les consommateurs secondaires et tertiaires constituent les niveaux III et IV et leur nutrition repose sur les organismes du niveau trophique immédiatement inférieur.

Les différents organismes d'un écosystème aquatique (bactéries, plancton animal et végétal, macro-invertébrés, poissons etc.) sont interdépendants, et des relations trophiques existent entre eux. L'abondance de chaque population dépend pour une large part de ces interactions [4 ; 161 ; 162 ; 163 ; 164 ; 165 etc.]. Le zooplancton est avec le phytoplancton une composante commune à tous les plans d'eau que ce soient les rivières, les lacs, les étangs, les fleuves, les mers et les océans [5].

Les communautés planctoniques sont très sensibles à la variabilité environnementale. Par conséquent, les changements qui se produisent relativement à leur abondance, à la diversité des espèces ou à la composition

des communautés peuvent apporter des indications importantes des changements environnementaux ou des perturbations du milieu. Les communautés de zooplancton réagissent souvent rapidement aux changements environnementaux car la plupart des espèces ont une courte durée de génération (en règle générale, quelques jours à quelques semaines). Ces changements peuvent concerner en particulier la quantité des nutriments [166,167 ;168], l'acidification [168,170 ;171], les contaminants [172], les densités de poissons [173 ;174] de même que les apports de sédiments [175].

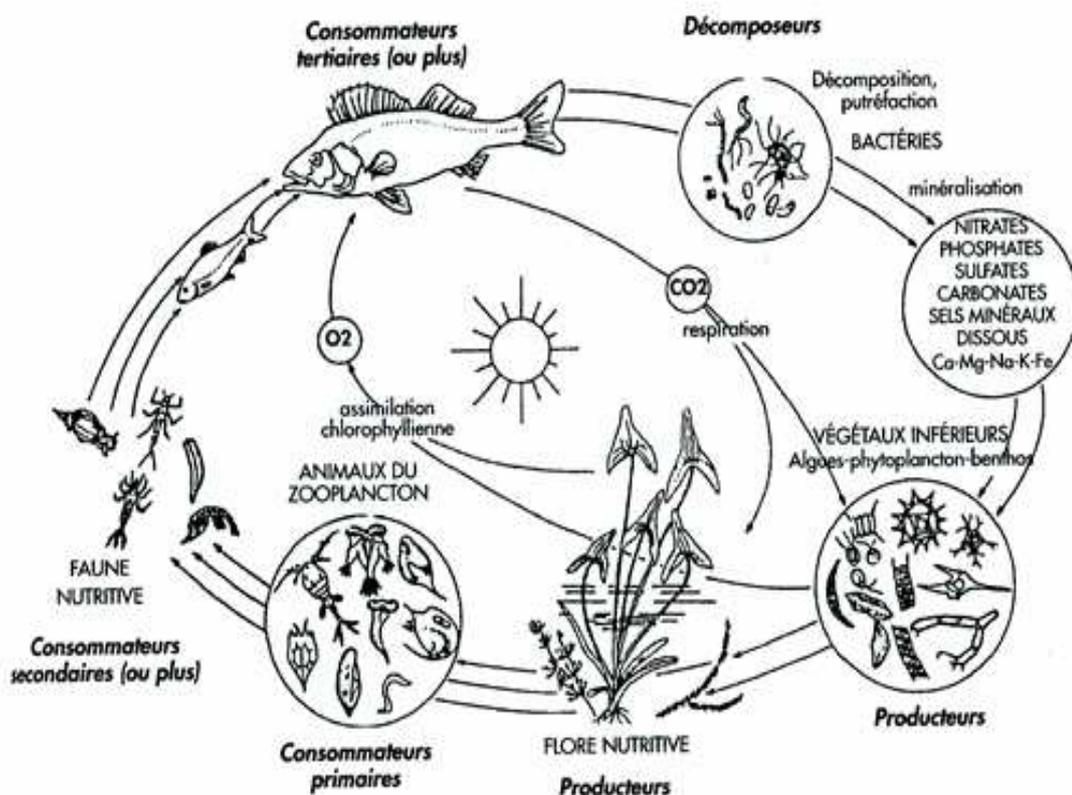


Figure 1.6 : Schéma des relations trophiques dans un écosystème aquatique [148].

#### 1.4 Paramètres physico-chimiques des eaux naturelles :

Les paramètres physico-chimiques et la quantité de nutriments dans l'eau jouent un rôle significatif dans les schémas de la répartition et de la composition des espèces de plancton. Dans les habitats aquatiques, les

facteurs environnementaux comprennent diverses propriétés physiques de l'eau telles que la solubilité des gaz, la pénétration de la lumière et la température. Les facteurs chimiques tels que le pH, la dureté, les nitrates, les nitrites ainsi que les phosphates sont très importants pour la croissance et la densité du phytoplancton dont le zooplancton et certains consommateurs en dépendent pour leur existence.

Le terme « qualité de l'eau » se réfère aux paramètres chimiques et biologiques de l'eau ainsi, toutes ces caractéristiques influencent directement ou indirectement la survie et la reproduction des espèces aquatiques [176].

La variation saisonnière des paramètres écologiques exerce un effet profond sur la densité et la distribution des populations animales et végétales [177]. La température est un des paramètres le plus important du milieu aquatique, car presque toutes les propriétés physiques, chimiques et biologiques sont régies par elle ; elle influe sur la teneur en oxygène de l'eau et par conséquent sur la quantité et la qualité des autotrophes tout en affectant le taux de photosynthèse et ainsi affecter indirectement la quantité et la qualité des hétérotrophes [178].

La température de l'eau varie toute l'année avec des changements saisonniers de la température de l'air, la longueur du jour, l'énergie solaire (radiations). Elle dépend du climat et affecte directement la productivité des lacs [176].

La quantité de lumière entrant dans un habitat aquatique est importante. Dans les étangs peu profonds où la lumière pénètre jusqu'au fond, les plantes peuvent occuper la totalité du bassin et leur végétation luxuriante offre une couverture pour la colonne d'eau.

Le pH exprime l'acidité ou l'alcalinité de l'eau qui est déterminée par les ions hydrogène ( $H^+$ ). Des eaux de  $pH=7$  sont appelées « neutres ». L'eau dure contient des concentrations élevées de métaux alcalino-ferreux alors qu'une eau douce en présente de faibles concentrations. La dureté comprend généralement les ions  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  [179.180].

La conductivité de l'eau et la mesure de sa capacité à véhiculer des substances dissoutes. Sa mesure est très utile dans le suivi des flux des déchets et l'étude de la qualité des eaux. En général, la conductivité de l'eau naturelle est directement proportionnelle à la concentration en ions [179.180].

Une concentration élevée de matière organique (MO) augmente la densité de l'eau, affecte l'osmo-régulation des organismes d'eau douce, réduit la solubilité des gaz et l'utilité de l'eau à des fins de consommation, d'irrigation et industriels [176].

L'oxygène dissous a une importance primordiale dans l'eau naturelle comme facteur limitant car la plupart des organismes autres que les microbes anaérobies voient leurs populations diminuer rapidement lorsque les concentrations en oxygène diminuent dans l'eau. De tous les gaz dissous, l'oxygène joue un rôle plus important dans la détermination de la qualité biologique potentielle de l'eau. Il est essentiel pour la respiration et permet l'achèvement des cycles biochimiques [176].

### 1.5. Plancton :

Le plancton, du grec *plagktos* signifiant errant, se définit comme étant "l'ensemble des organismes pélagiques susceptibles d'être entraînés par le déplacement des eaux" [181]. Les organismes planctoniques peuvent être regroupés selon leur taille, leur nature, les caractéristiques biologiques de leur cycle de développement, leur répartition verticale sur la colonne d'eau ou le type d'environnement qu'ils peuplent.

Dans le cadre de cette étude, nous aborderons le zooplancton (copépodes et rotifères) et le phytoplancton.

### 1.5.1 Zooplancton :

#### 1.5.1.1 Copépodes :

##### ❖ Position systématique :

Les Copépodes appartiennent à :

- Phylum : Arthropoda
- Subphylum Crustacea Brünnich, 1772
- Classe Maxillopoda Dahl, 1956
- Sous-classe : Copepoda Milne Edwards, 1840
- Infra-classe Neocopepoda Huys & Boxshall, 1991
- Super-ordre Gymnoplea Giesbrecht, 1882
- Ordre des Calanoida Sars, 1903
- Super-ordre Podoplea Giesbrecht, 1882
- Ordre des Cyclopoida Rafinesque, 1815
- Ordre des Harpacticoida Sars, 1903

##### ❖ Morphologie :

Malgré leur petite taille, variant suivant les espèces entre 0.3 et 5 mm, les Copépodes n'en sont pas moins des crustacés à l'allure de petites crevettes. Leur corps est fusiforme et constitué de trois parties plus ou moins distinctes [182] (Figure1.7) :

Une partie antérieure constituée de 6 segments soudés qui constituent un céphalosome. Les appendices de cet ensemble sont transformés en organes préhensiles ou masticateurs. On y distingue, outre un rostre antérieur (R) et un labre (La) corné, une paire de mandibules (Md) le plus souvent munies de palpes terminées par des soies fonctionnelles; une paire de maxillules (Mxl) et de maxilles (Mx) et une paire de maxillipèdes (Mxp), dont le rôle est de diriger la nourriture vers l'ouverture buccale. En avant du labre sont insérées les antennules (Al) et les antennes (A2), celles-ci plus petites et entre les antennules se situe l'œil nauplien caractéristique des Copépodes et visible dorsalement.

Une partie médiane ou thorax, fondamentalement constituée de 5 segments tous porteurs d'une paire d'appendices natatoires ou préhensiles. Le premier de ces segments est souvent soudé au céphalosome ; on appelle alors celui-ci céphalothorax ou prosome [182]. Le cinquième segment thoracique est souvent relativement réduit (Cyclopoïdes) et soudé au quatrième (Calanoïdes). Chaque appendice natatoire est formé à sa base de deux articles : le coxa et le basis. Celui-ci porte deux rames : un exopodite (Exp) et un endopodite (Enp). Chez de nombreuses espèces ces rames possèdent trois articles. Les deux pattes d'une même paire sont reliées entre elles par une lame (ou plaque) intercoxale souvent ornementée. La cinquième paire de pattes peut elle-même très réduite voire atrophiée ou partiellement soudée au segment qui la porte (chez les Cyclopidae).

Une partie postérieure ou abdomen ou urosome composée de deux segments le plus souvent soudés en un segment génital, de deux autres segments dépourvus d'appendices et un segment anal sur lequel sont insérées postérieurement les deux branches du telson constituant une furca (Fu) pourvue de soies caractéristiques. Le premier segment abdominal est parfois orné de soies latérales représentant le vestige d'appendices réduits. Le segment génital contient un réceptacle séminal (R.S.) visible ventralement (par transparence) et souvent de forme caractéristique. Selon la forme du corps, et les particularités des segments et des appendices, trois types de Copépodes sont reconnaissables dans la faune aquatique libre d'eau douce (Figure 1.7):

- le type Calanoïda, correspondant à des êtres le plus souvent planctoniques
- le type Cyclopoïda correspondant à des animaux soit planctoniques soit benthiques ;
- le type Harpacticoïda, benthique et colonisant la plupart des milieux humides y compris les litières, terreaux, etc.

❖ Biologie :

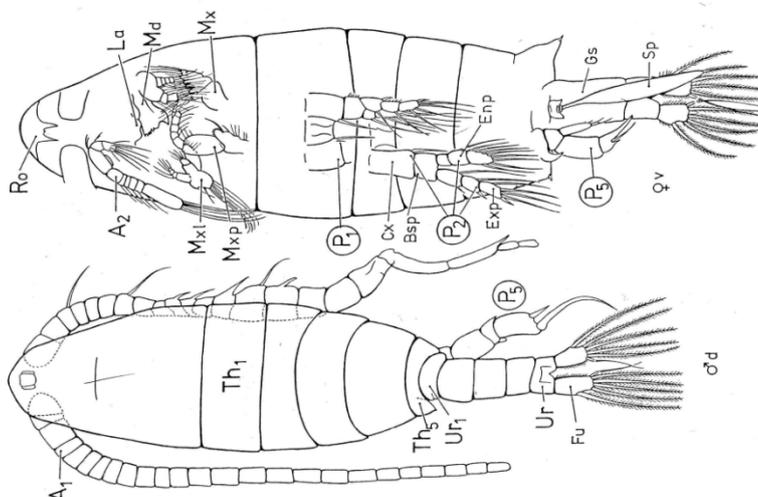
Les Copépodes sont des animaux à reproduction sexuée et à développement par mues successives. L'œuf donne naissance à une larve nauplienne qui ne se nourrit pas mais se métamorphose rapidement (le lendemain) en une, puis en plusieurs larves naupliennes successives, chaque

fois plus grande et de morphologie plus complexe (apparition des appendices buccaux). Après la cinquième mue (qui correspond au sixième stade), apparaît une larve copépoditique segmentée, ou copépodite comprenant initialement cinq segments, qui, après cinq mues au cours desquelles un segment s'ajoute, se transforme en adulte avec ses quatre ou cinq segments thoraciques libres et ses cinq segments abdominaux dont les deux premiers sont souvent soudés en un segment génital. La différenciation sexuelle des sexes se fait au stade Copépodite V.

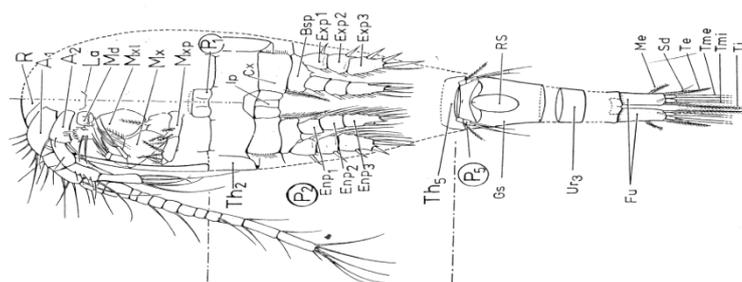
L'activité des Copépodes est influencée par la température, l'intensité lumineuse, et la quantité de nourriture [183]. Adultes, les copépodes peuvent vivre plusieurs mois. Ils se reproduisent pendant une partie de cette période. Leur sensibilité aux conditions du milieu ne se limite pas à la température. Certaines espèces préfèrent les eaux très peu minéralisées, d'autres ne se rencontrent qu'en milieu saumâtre ou salé.

Les cyclopoïdes sont parfois omnivores ou végétariens (*Eucyclops*, *Afroscyclops*) ou carnivores (genre *Macroscyclops*) [184]. La nature de l'alimentation de l'adulte apparaît dès le stade Copépodite IV et les Copépodites V ont pratiquement toujours le même régime que les adultes. Les harpacticoïdes sont détritivores ou brouteurs à tous les stades tandis que les calanoïdes sont pour la plupart des herbivores.

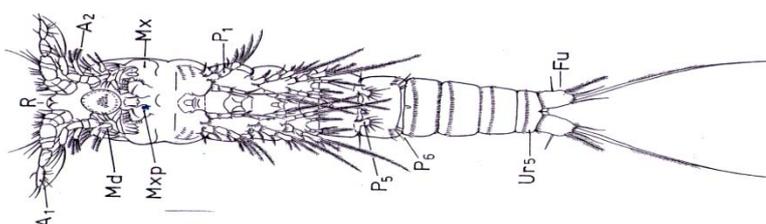
## a. Calanoida



## b. Cyclopoida



## c. Harpacticoida



**Figure 1.7 :** Morphologie d'un Copépode (a. Calanoida; b. Cyclopoida; c. Harpacticoida) [182].

(Abréviations: A1 : antennule, A2 : antenne, Bsp : basipodite, Cx : coxopodite (ou coxa), Enp : endopodite (Enp1 à Enp 3 : premier au troisième segment de l'endopodite), Exp : exopodite (Exp1 à Exp 3 : exopodite 1 à 3), Fu : furca, Gs : double somite génital, ip : intercoxal, La : labrum, Md : mandibule, Me : soie externe de la furca, Mx : maxille, Mxl : maxillule, Mxp : maxillipède, P1 à P6 : appendices thoraciques, R : rostre, RS : réceptacle séminal, Sd : soie furcale dorsale, Sp : spermatophore, Te : soie furcale terminale externe, Th : somites thoraciques, Ti : soie furcale terminale interne, Tme : soie furcale terminale médiane externe, Tmi : soie furcale terminale médiane interne, Ur : urosome (Ur 1 à Ur 5 : premier au cinquième urosome)).

### 1.5.1.2 Rotifères :

#### ❖ Aperçu systématique :

- Phylum Rotifera Cuvier, 1817
- Classe des Monogononta Plate, 1889
- Ordre des Ploimida Hudson et Gosse, 1886
- Ordre des Flosculariacea Haring, 1913

#### ❖ Morphologie :

Les Rotifères sont des Métazoaires dont la taille est le plus fréquemment comprise entre 100 et 600  $\mu$  et atteint au plus 1 mm. Peu importants dans le milieu marin, les Rotifères sont très largement représentés dans les eaux douces où ils constituent, avec les Cladocères et les Copépodes, l'essentiel du zooplancton. Ils sont également abondants dans le benthos (interface vase-eau) et le périphyton (herbiers). Certaines espèces sont largement tolérantes vis-à-vis des conditions environnementales alors que d'autres sont caractéristiques des eaux douces [19 ; 185]. Leur densité est très dépendante de l'état trophique de l'écosystème [186].

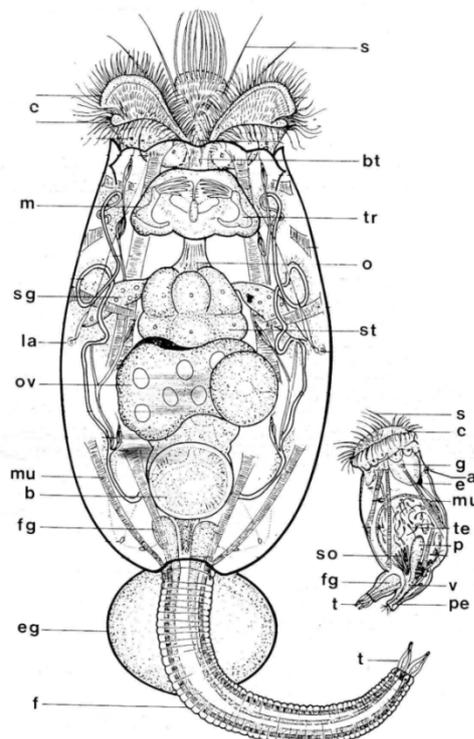
L'un des caractères propre aux Rotifères est l'existence d'une structure ciliaire localisée dans la partie antérieure du corps. Cet appareil rotateur, d'importance extrêmement variable selon les genres, se compose le plus souvent d'une plaque buccale et d'une ceinture circum apicale. Il sert à la locomotion et ou à la récolte de la nourriture [187 ; 188].

La cuticule, de nature protéinique et non chitineuse, reste souvent mince et souple. Chez quelques genres, elle peut s'épaissir jusqu'à former une carapace indéformable ou lorica (*Brachionus*, *Keratella*). Pourvue ou non d'expansions (épines, soies natatoires), la lorica présente parfois des ornements spécifiques (stries, facettes, points).

Le corps se prolonge par un pied terminé le plus souvent par deux orteils (Figure 1.8). Deux glandes pédieuses sécrètent une substance adhésive permettant à l'animal de s'attacher temporairement (ou définitivement) à un

substrat. Chez les espèces pélagiques (*Asplanchna*, *Filinia*, *Keratella*, *Polyarthra*, etc.) le pied a complètement disparu.

L'appareil digestif comprend classiquement une bouche, un pharynx, un œsophage, un estomac flanqué de deux glandes gastriques, et un intestin qui débouche à l'extérieur par l'intermédiaire d'un cloaque, cependant parfois absent.



**Figure 1.8 :** Morphologie d'un Rotifère, Koste et Shiel, 1987 *in* [189]

(a : antenne dorsale, bt : bouche, c : corona, e : œil, eg : œuf, f : pied, fg : glande pédieuse, g : ganglion central, la : antenne latérale, m : mastax, mu : muscle, o : œsophage, ov : ovaire, p : prostate, pe : pénis, s : cirre sensoriel, sg : glande digestive, t : orteil, te : testicule, tr : trophi, v : canal déférent).

Le pharynx ou mastax, musculueux, glandulaire et armé de pièces dures (trophi) de formes très variables est un organe caractéristique des Rotifères.

Les divers types de mastax dérivent, par réduction ou hypertrophie de différentes pièces, d'un type moyen dit mallée.

Le mastax mallée (Figure 1.9.a) est constitué d'une lame impaire, le fulcrum, sur laquelle s'articulent deux rami. Sur ces derniers auxquels ils sont rattachés par un repli cuticulaire reposent deux unci dentés prolongés chacun par un manubrium. Grâce à une musculature complexe, l'ensemble peut se mouvoir dans deux plans, vertical et horizontal, ce qui lui permet de saisir et broyer les aliments. Le type ramé (Figure 1.9.b) accentue ce caractère broyeur par les développements des unci en deux plaques semi-circulaires et la réduction du fulcrum et des manubriums. Le type virgé (Figure 1.9.c) représente une adaptation à la succion réalisée par l'allongement du fulcrum et des manubriums. L'adaptation à la préhension est réalisée selon deux modes :

- Le type forcipé (Figure 1.9.d) : aplati dorso-ventralement, composé d'une double pince où les manubriums sont bien développés et allongés.
- Le type incude (Figure 1.9.e) : où la pince est constituée essentiellement par l'allongement des rami, en forme de serpe, attachés à un fulcrum court et doublés par des unci et des manubriums réduits.

Les deux types préhenseurs sont protractiles. Enfin le type unci (Figure 1.9.f) aux unci très mobiles, fulcrum et manubriums réduits, est adapté à la dilacération [190].

❖ Biologie :

Leur mode de nutrition est lié à la structure de l'appareil ciliaire et à celle du mastax qui définit le mode d'ingestion des aliments.

○ Espèces microphages :

Chez les Rotifères à mastax broyeur (mallée ou ramé), la couronne circum-apicale bien développée produit un courant apportant les particules alimentaires à la bouche. La plus petite dimension des particules ingérables nécessairement inférieure à celle de la bouche, ne dépasse guère 25  $\mu$  (bactéries, algues microscopiques).

○ Espèces macrophages :

Les Rotifères à mastax suceur ou préhenseur se comportent en prédateurs et la taille des aliments ingérés est très variable. La couronne circum-apicale est réduite voire même inexistante.

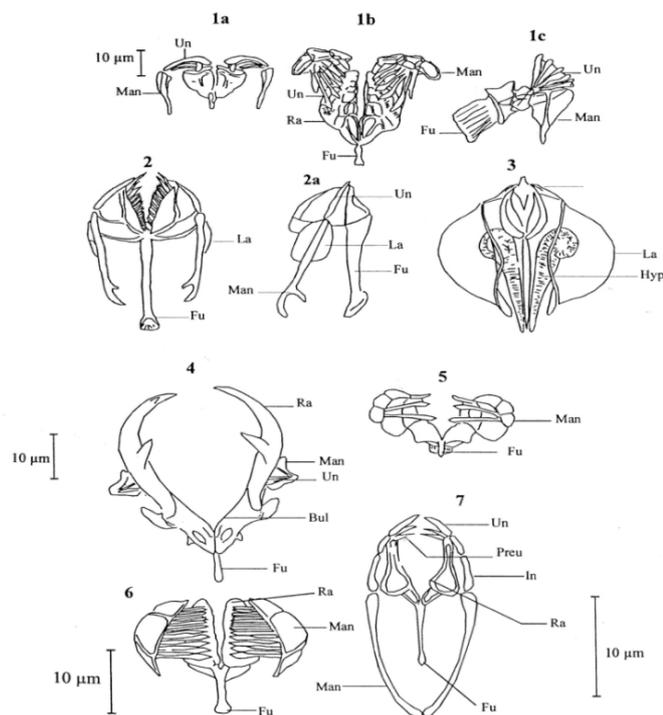
- Espèces phytophages :

De nombreuses espèces périphytes à mastax virgée (du genre *Notommata*, *Trichocerca* ou *Lyndia*) se nourrissent préférentiellement de cellules végétales qu'elles aspirent en totalité ou qu'elles vident par succion. Il en va de même pour les espèces planctoniques, tandis que d'autres espèces appartenant aux genres *Synchaeta*, *Polyarthra* ou *Gastropus* ingèrent en aspirant les flagellés colorés qui leur servent de proies.

- Espèces carnivores :

Celles-ci se rencontrent aussi bien chez des espèces périphytes à mastax virgée (du genre *Notommata*) ou forcipé (*Dicranophorus*) que chez les espèces planctoniques à mastax incudé (*Asplanchna*). Les proies sont le plus souvent d'autres espèces de Rotifères ou des Ciliés [191].

Les Rotifères dulçaquicoles se reproduisent par parthénogénèse continue et leur développement est de courte durée [183 ; 192]. La reproduction sexuée apparaît sous l'influence de stimulus externe (température, densité de la population) [193]. Ils peuvent peupler des plans d'eau avec une extrême rapidité et de convertir la production primaire dans une forme utilisable pour les consommateurs secondaires en produisant jusqu'à 30% du total de la biomasse du plancton [189]. Les genres *Brachionus* et *Keratella* comportent des espèces utilisées dans les fermes aquacoles pour l'alimentation des alevins. Ce groupe zoologique sert également un bio-indicateur de la qualité des eaux [194 ; 195].



**Figure 1.9 :** Principaux types de trophi chez les Rotifères ,Koste et Shiel, 1987 in[189].

1. Type malle de *Epiphanes senta*; 1a. Face ventrale; 1b. Face ventrale vue de dessus; 1c. Vue latérale; 2. Type virgé de *Cephalodella*; 2a. Vue latérale; 3. Type virgé de *Synchaeta*; 4. Type incudé d'*Asplanchna sieboldi*; 5. Type unciné de *Collotheca*; 6. Type malle-ramé des *Flosculariidae*; 7. Type forcipé de *Dicranophorus*; 8. Abréviations: Bul: bulla, Fu: fulcrum, Hypm: muscle hypopharyngéal, In: intramallus, La: lamina, Man: manubrium, Preu: dent préincisale, Ra: rami, Un: unci.

### 1.5.2 Phytoplancton:

#### ❖ Biologie:

Le phytoplancton est composé d'organismes végétaux (unicellulaires, filamenteux ou coloniaux) microscopiques en suspension dans la colonne d'eau, caractérisés par la présence de pigments chlorophylliens dont majoritairement la chlorophylle a [196].

Ces organismes sont localisés dans les couches superficielles éclairées des étendues d'eau, soit généralement de la surface à 100 m de profondeur (pour les mers). En effet leur métabolisme est dominé par le mode de vie

autotrophe basé sur la photosynthèse (besoin de lumière) qui est la source principale voire unique de leur énergie et permettant la constitution des molécules pour les cellules [197 ;198]. Toutefois, certains groupes du phytoplancton comme les dinoflagellés (*Protoperidium* sp., *Gymnodinium* sp...) sont hétérotrophes et utilisent des substances organiques à la base de leur métabolisme [199]. La flore algale est estimée actuellement à 474 - 504 genres regroupant 3444 - 4375 espèces selon les auteurs. Les espèces de phytoplancton se répartissent à l'échelle mondiale (espèces cosmopolites) ou se distribuent selon des grandes divisions climatiques classiques. On distingue ainsi des espèces d'eaux froides, d'eaux tempérées et d'eaux chaudes intertropicales.

Les organismes phytoplanctoniques sont à la base des chaînes trophiques pélagiques et sont donc responsables d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques (Figure.1.6). Lorsque certaines conditions sont favorables (températures élevées associées à des conditions météorologiques calmes, niveaux élevés d'éléments nutritifs d'origine anthropique ou naturelle), certaines espèces peuvent proliférer de manière significative [200].

❖ Classification des algues :

Le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytologique essentiellement par la présence – eucaryotes – ou non – procaryotes - d'un noyau cellulaire (ADN confiné dans une enveloppe nucléaire) [201]. A ce jour, sept principales classes différenciées selon des critères morphologiques, cytologiques, biochimiques et reproductifs sont recensées dans les milieux aquatiques. Nous en donnons une description sommaire ci-dessous.

▪ Les Cyanobactéries :

Organismes procaryotes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées [202]. Les cellules appartenant à

cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée.

Certaines cyanobactéries possèdent des vacuoles gazeuses qui leur permettent de réguler leur position dans la colonne d'eau et de se maintenir à une profondeur où la température, la lumière et les éléments nutritifs sont favorables à leur développement. Un bon exemple de cette propriété physiologique est fourni avec l'espèce *Planktothrix rubescens* [203 ; 204 ; 205 ;206].

- Les Chlorophycées :

Forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en quatre classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces [207]. Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euchlorophycées [208].

- Les Xanthophycées :

Regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes ( $\beta$ -carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte [209].

- Les Chrysophycées :

Ce sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique. Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes ( $\beta$ -carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles *a* et *c* [210]. La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, c'est à dire qu'elles sont capables d'autotrophie et d'hétérotrophie. Dans le dernier cas, elles se nourrissent en consommant de la matière particulaire comme des bactéries ou des protistes (phagotrophie) ou bien en absorbant des molécules organiques complexes (osmotrophie) [211 ; 212].

- Les Bacillariophycées (Diatomées) :

Les Diatomées engloberaient plus de 100 000 espèces et on estime que près de 15 000 ont été identifiées à ce jour. C'est un des groupes le plus important du phytoplancton même si beaucoup d'espèces sont sessiles ou associées aux substrats littoraux. Leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustule [213]. Le pourtour des valves est connecté avec des bandes qui constituent la ceinture de la cellule.

Ces microorganismes sont unicellulaires ou coloniaux et 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, on observe seulement une dépression de la paroi cellulaire appelée pseudoraphé.

- Les Pyrrophytes regroupent les :

- Les Cryptophycées :

Ce sont des algues unicellulaires, mobiles grâce à la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée périplaste et est composé de deux couches distinctes, le périplaste interne (succession de plaques protéiques) et le périplaste externe (membrane protéique unique) qui entourent la membrane plasmique [214].

Les cellules contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique [215 ; 208].

- Les Dinoflagellés :

Regroupent environ 300 espèces. Ce sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles. Elles possèdent des plaques de cellulose sur la partie externe de la membrane et la taxonomie de ces microorganismes est basée sur le nombre et l'arrangement de ces plaques [216]. Ces plaques peuvent être très fines et sont parfois difficiles à voir par microscopie optique. La péridinine qui fait partie des pigments accessoires de

type caroténoïdes est responsable de la couleur dorée bien que les cellules puissent apparaître jaunâtre voire marron.

- Les Euglénophytes :

Les Euglénophycées se répartissent en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire. Ils possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma (« eyespot ») orange à rouge composé de globules de caroténoïdes [217]. Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, phagotrophes (capable d'ingérer des particules solides), la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes.

## PARTIE 2

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

La connaissance du milieu et de ses caractéristiques physico-chimiques sont particulièrement indispensable à toute étude écologique [218]. En fait, les caractères propres aux écosystèmes lacustres résultent de l'interaction directe ou indirecte de facteurs climatiques, hydrologiques et édaphiques qui définissent en grande partie l'environnement aquatique dans ses dimensions tant physico-chimiques que biologiques.

Ce chapitre est consacré à la présentation des sites de prélèvement du zooplancton et du phytoplancton ainsi que les stations d'étude choisies pour ce travail qui s'est déroulé sur la période 2005-2008. Les différentes méthodes d'analyse des facteurs abiotiques et des facteurs biotiques sont développées au cours de ce chapitre.

#### 2.1 Présentation de la zone d'étude :

##### 2.1.1 Description de la zone d'étude :

La zone d'étude est répartie sur trois bassins hydrographiques [219] (Figure 2.1): Le Cheliff, le bassin côtier algérois et le bassin de la Soummam.

##### 2.1.1.1 Cheliff et le bassin côtier algérois :

Cette région possède une superficie totale de 1.627.901 ha. Elle est située à mi-chemin entre la région d'Alger et le Chott El Hodna à l'Est et à mi-chemin entre la région occidentale et le Chott Chergui à l'Ouest. Le bassin du Cheliff est le bassin fluvial le plus étendu de l'Algérie du Nord et comporte deux régions distinctes du point de vue climatique: le Haut Cheliff et le Bas Cheliff.

Le Bas Cheliff se caractérise généralement au cours de l'année par des précipitations variant de 350 et 450 mm et des températures qui oscillent entre 5°C et 31°C. Le Haut Cheliff se distingue quant à lui par des précipitations qui

varient entre 200 à 400 mm et des températures qui fluctuent entre 3°C et 27°C.

### 2.1.1.2 Région d'Alger-algérois :

Cette région est délimitée à l'Est et au Sud par le bassin de la Soummam et à l'Ouest par le bassin de l'Isser. La mer Méditerranée constitue la limite Nord de cette région. L'oued Sebaou forme le cours d'eau le plus important de la région. Les précipitations dans cette région sont les plus importantes dont le maximum est estimé entre 1500 et 1700mm dans le massif de Djurdjura [127]. Les mois les plus froids sont : décembre, janvier et février où les températures varient entre 3 et 8°C à 1000 m d'altitude.

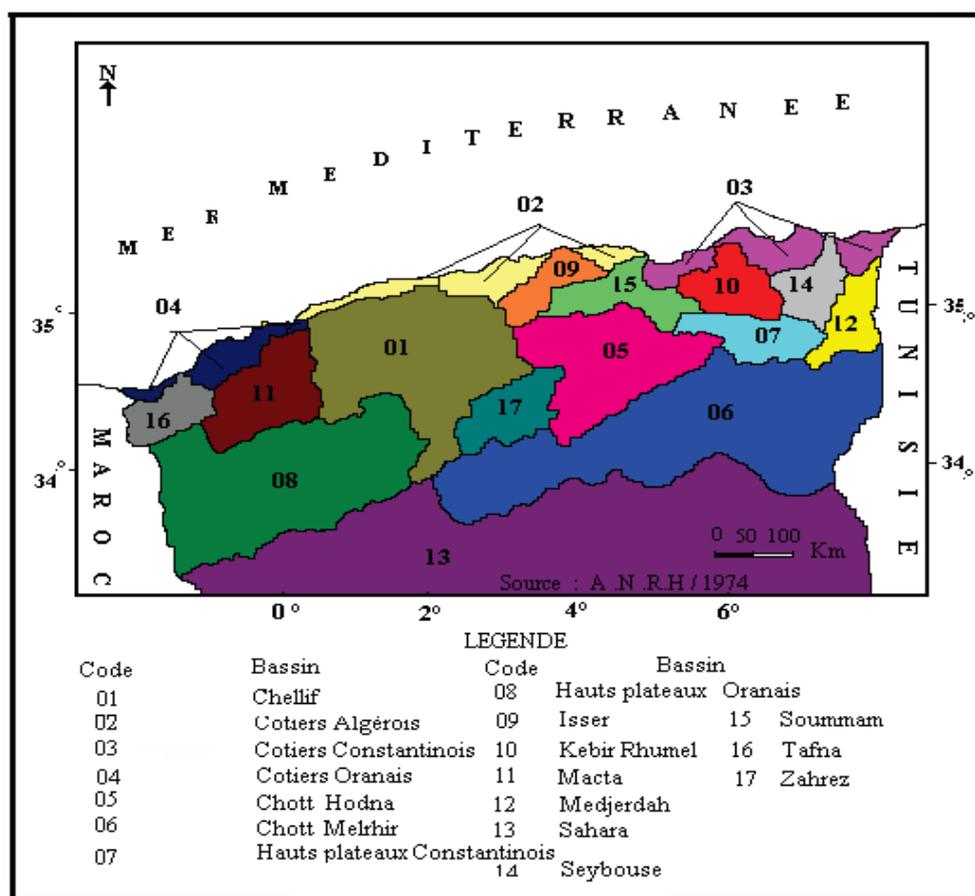


Figure 2.1 : Les bassins versants en Algérie, (les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques) [219].

### 2.1.1.3 Région d'Alger :

La région d'Alger avec une superficie de 8720 km<sup>2</sup> est située au centre de l'Algérie du Nord, entre la côte Dahra et le bassin du Cheliff à l'Ouest et les bassins de Sebaou et de la Soummam à l'Est.

Cette région est constituée de plusieurs bassins individuels dont les plus importants sont : l'Isser, le Mazafran, El Harrach. Elle comprend aussi un certain nombre de petits bassins côtiers comme ceux d'El Hamiz, le Nador et Boudouaou.

Les conditions climatiques de cette région ne sont pas uniformes mais le climat est essentiellement méditerranéen humide avec des températures modérées. A l'intérieur, le climat est continental avec des hivers froids et des étés chauds.

### 2.2 Présentation des plans d'eau étudiés :

Les sites d'étude sont au nombre de six, choisis dans la partie Nord Centre de l'Algérie (Figure 2.2, Tableau 2.1). Cinq lacs et un oued appartenant à trois bassins hydrographiques (Figure 2.3) ont été échantillonnés à différentes profondeurs (0.5 m, 2 m) entre 2005 et 2008.

Les retenues et l'oued concernés sont :

Keddara (Boumerdès); Boukourdane (Tipaza); Lakhel (Bouira) ; Taksebt (Tizi-Ouzou) ; Ghrib (Ain Defla) et l'oued Chiffa (Médéa).

Ces plans d'eau sont considérés comme étant des sources utilisées actuellement pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation.

La plupart des données (localisation, géologie, caractéristiques morphométriques) ont été collectées dans les rapports d'avant projets détaillés déposés au niveau de l'Agence Nationale des Barrages (A.N.B) et au Ministère de l'Hydraulique.

Tableau 2.1 : Bassins des barrages de la zone d'étude

Bassin	Barrages
Cheliff	Ghrib
Soummam	Lakhal
Côtiers algérois	Keddara Boukourdane Taksebt

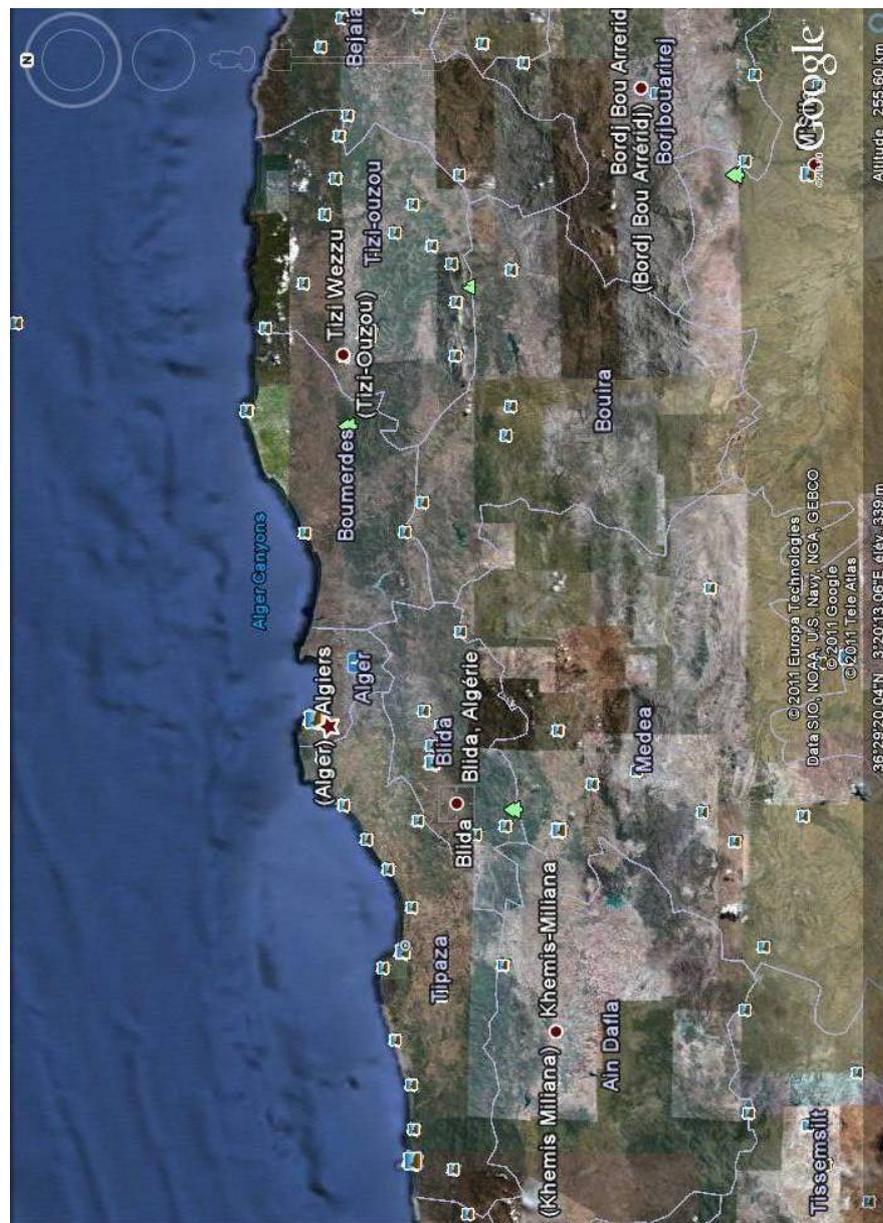


Figure 2.2 : Vue aérienne montrant la situation géographique de la zone d'étude (Google Earth, 2011).

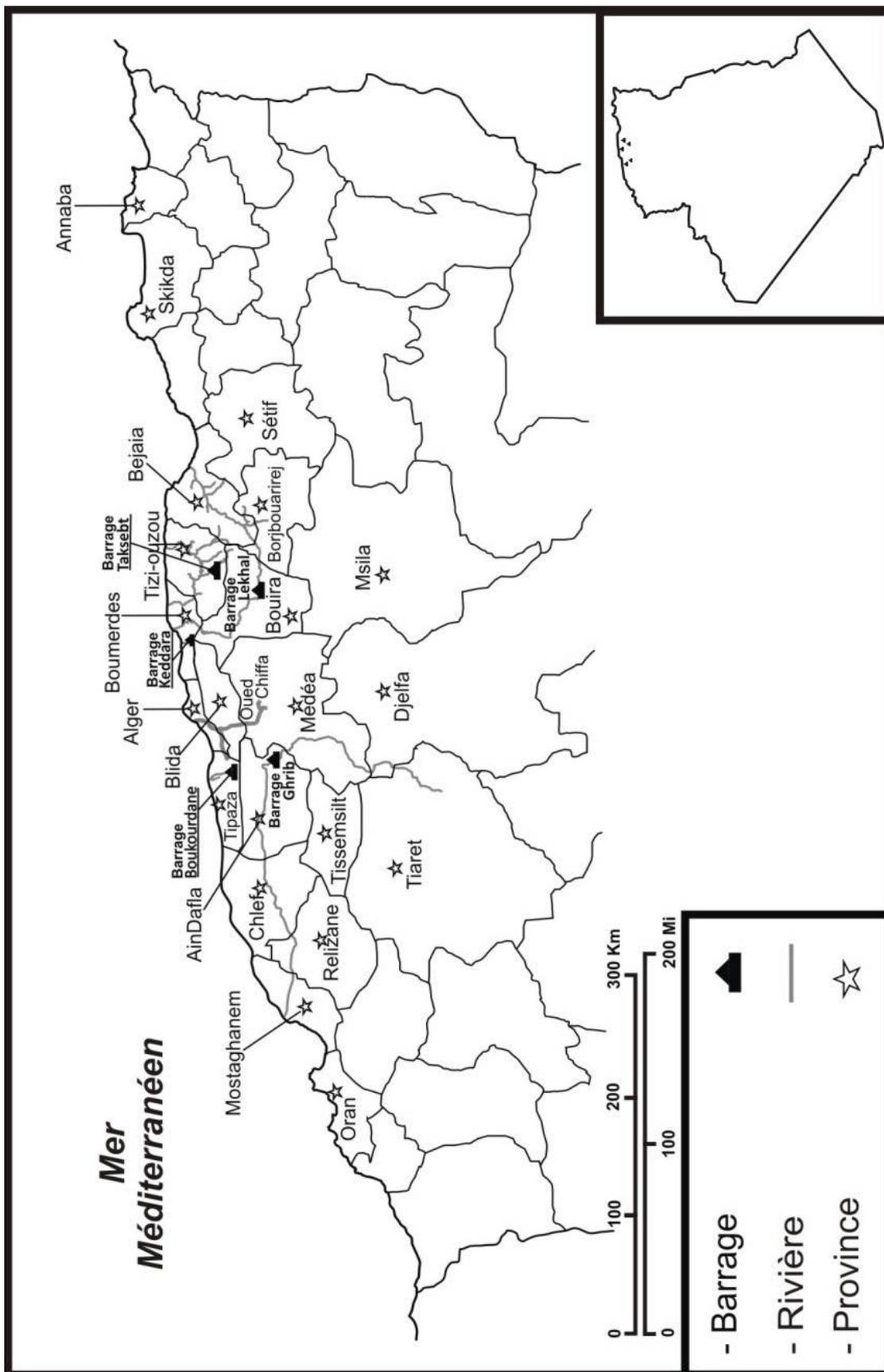


Figure 2.3: Localisation des sites d'étude.

## 2.2.1 Lac de barrage de Keddara :

### 2.2.1.1 Localisation :

Le lac de barrage de Keddara est situé dans la wilaya de Boumerdès à 8 km de Boudouaou et à 50 Km à l'Est d'Alger (Figure 2.4). Sa capacité est de 145,6 hm<sup>3</sup> d'eau pour une superficie de 5,2 km<sup>2</sup> à sa côte maximale. Sa profondeur moyenne est de 28 m et sa profondeur maximale au niveau de la digue est de 150 m. Il est destiné à pourvoir aux besoins en eau potable de l'agglomération algéroise.

La superficie du bassin versant de Keddara est de 93 km<sup>2</sup>, il est alimenté par les affluents des oueds Keddara, El-Had et par les affluents des oueds Boudouaou et Isser d'une part et d'autre part par les eaux excédentaires du barrage de Hamiz à travers une galerie de dérivation (Hamiz-Keddara de 3,2 km), qui permet de transférer vers le barrage de Keddara un volume de 15 hm<sup>3</sup>/an. Il est également alimenté essentiellement par les transferts provenant du barrage de Béni-Amrane à l'aide d'une station de refoulement d'une capacité de 0,61 hm<sup>3</sup>/j, permettant le transfert vers Keddara d'un volume moyen annuel de 110 hm<sup>3</sup> à travers une conduite de 30 Km. La retenue de Béni-Amrane a été conçue pour permettre le stockage des eaux de l'oued Isser afin de faciliter le pompage d'eau brute vers le réservoir de Keddara et éventuellement directement à Boudouaou.

### 2.2.1.2 Géologie du bassin :

La région de Keddara se trouve sur le flanc Nord de l'Atlas tellien dans un complexe métamorphique appartenant à l'extrémité occidentale du massif kabyle qui plonge vers l'ouest. La géologie du site est caractérisée par la présence de trois types de roches : les schistes quartziques chlorotiques compacts et durs; les micaschistes composés de mica et de kaolinite et des schistes argileux, tendres, composés de quartz, de feldspath et de chlorite.

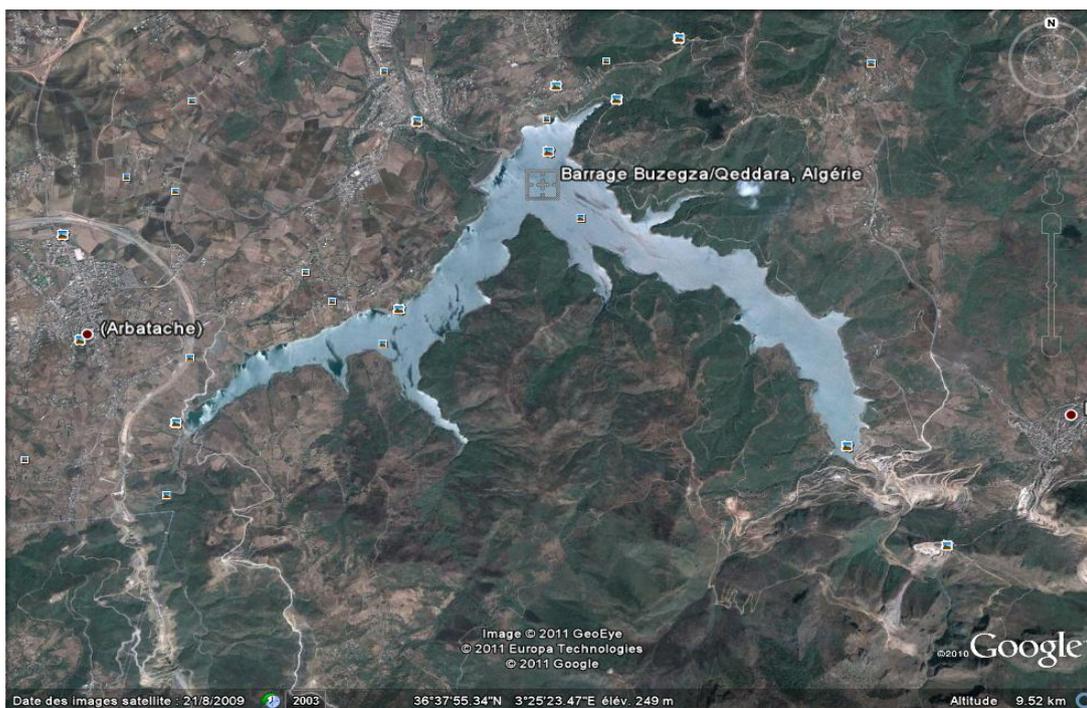


Figure 2.4: Vue aérienne montrant la situation du barrage de Keddara (Google Earth, 2009).

### 2.2.1.3 Principales caractéristiques du barrage :

Les principales caractéristiques de ce barrage sont résumées dans le tableau n° 2.2.

Tableau 2.2 : Caractéristiques morphométriques du barrage de Keddara [37]

Capacité de la retenue (m <sup>3</sup> )	145 Millions
Superficie du bassin versant (Km <sup>2</sup> )	93
Profondeur moyenne (m)	28
Profondeur maximale (m)	150
Précipitation moyenne	880 mm/an

## 2.2.2 Lac de barrage de Boukourdane :

### 2.2.2.1 Localisation :

Le lac de barrage de Boukourdane est situé au centre de l'Algérie du Nord (Tipaza). Il est alimenté par deux oueds: Menacer et Ferdjani. Ce barrage construit sur le lit de l'oued Hachem en 1986, est destiné à assurer l'alimentation en eau potable des régions de Cherchell, Nador, Hadjout et du Sahel (Figure 2.5). Il est situé dans une région à bioclimat subhumide (pluviométrie moyenne : 795 mm/an et à une altitude de 123 mètres).

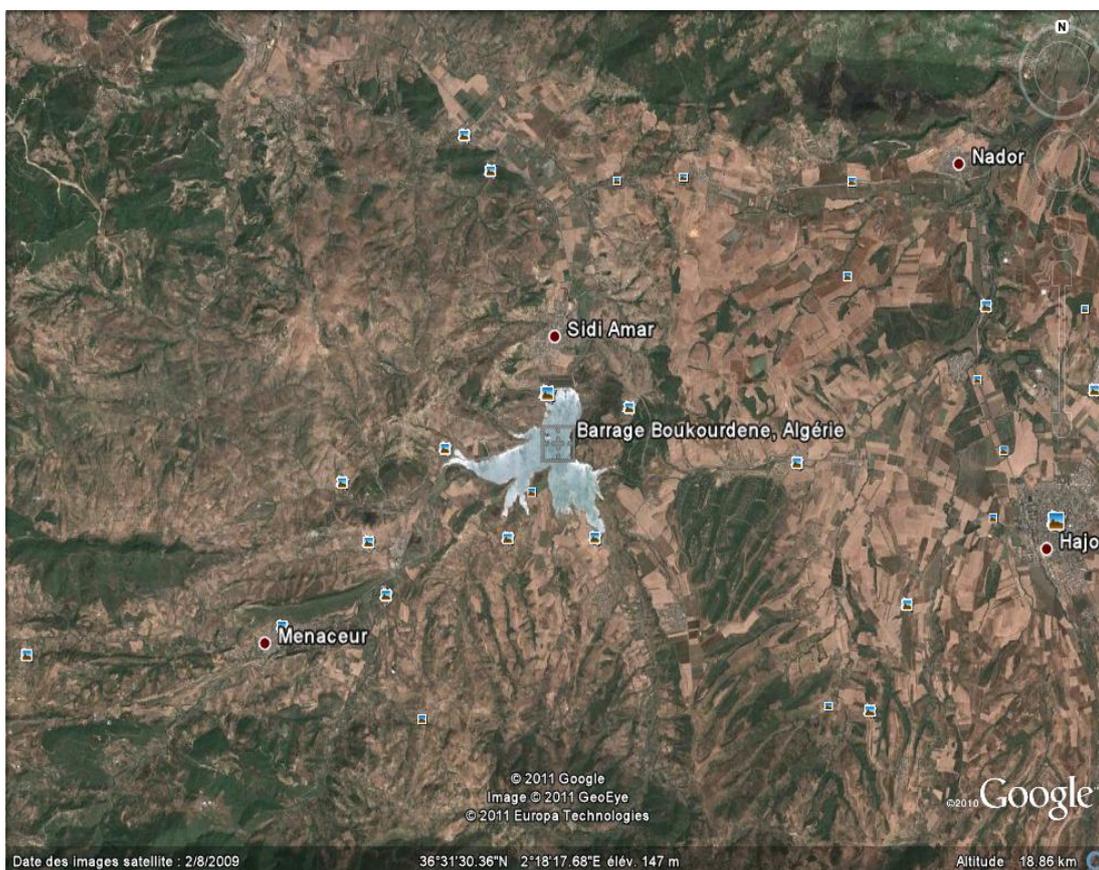


Figure 2.5: Vue aérienne montrant la situation du barrage de Boukourdane (Google Earth, 2009).

### 2.2.2.2 Géologie du bassin :

L'oued El Hachem naît de la confluence de l'oued Boukadir et de l'oued Tigdza, de l'oued Nachef et de l'oued Ferdjani. Le bassin est formé d'un massif de roches hypovolcaniques basiques et surmonté par endroits de coulées basaltiques.

### 2.2.2.3 Principales caractéristiques du barrage :

Les principales caractéristiques de ce barrage sont résumées dans le tableau n° 2.3.

Tableau 2.3 : Caractéristiques morphométriques du barrage de Boukourdane  
[37]

Capacité de la retenue (m <sup>3</sup> )	97 Millions
Superficie du bassin versant (Km <sup>2</sup> )	156
Profondeur moyenne (m)	-
Profondeur maximale (m)	40
Précipitation moyenne	795 mm/an

### 2.2.3 Lac de barrage de Ghrib :

#### 2.2.3.1 Localisation :

Le lac de barrage de Ghrib est situé sur l'un des plus longs oueds algériens, l'oued Cheliff. Il a été construit en 1928 en bordure nord de la chaîne tellienne, au niveau du point où le Cheliff quitte sa direction Sud-Nord pour s'orienter vers l'ouest. Edifiée à 35 Km au Sud Ouest de Médéa (Figure 2.6) et à une altitude de 435 mètres, la retenue de Ghrib est d'orientation Sud-Est, Nord-Ouest. Le barrage est situé à la limite des étages bioclimatiques semi-aride frais et sub-humide frais. La moyenne annuelle des pluies est de 607 mm.

Le lac est alimenté par l'oued Cheliff qui prend sa source dans l'Atlas Saharien dans les monts de Djebel Amor, traversant du Sud au Nord les hauts plateaux algérois. La retenue permet d'une part l'alimentation en eau potable des régions de Médéa, Berrouaghia et Alger et d'autre part, l'irrigation de la zone du Haut Cheliff.

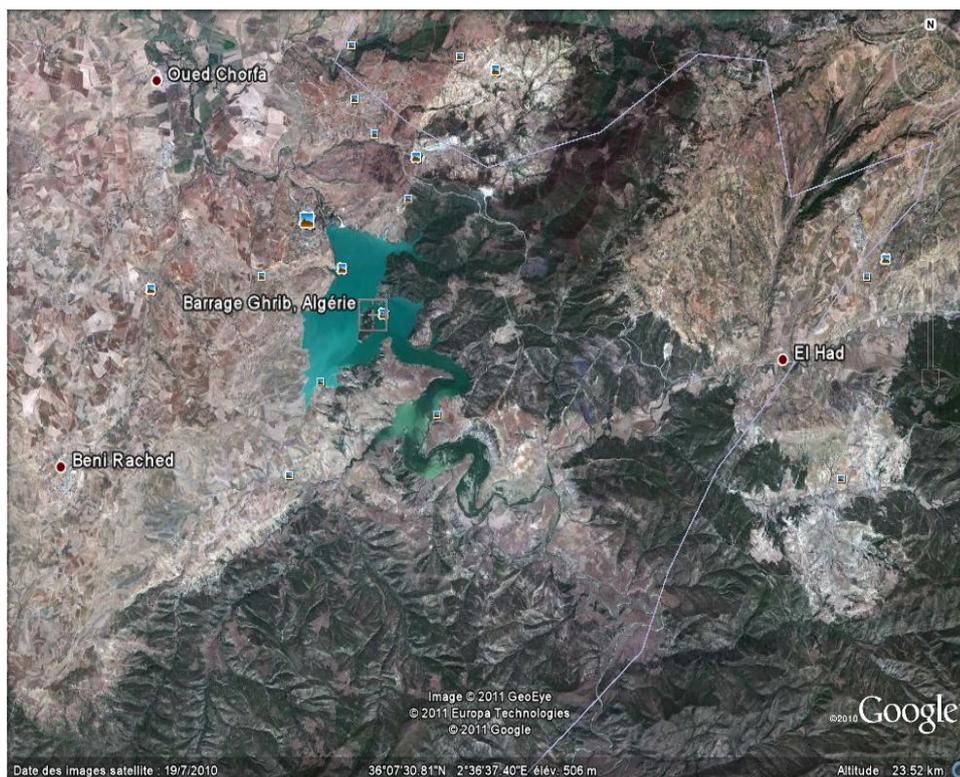


Figure 2.6: Vue aérienne montrant la situation du barrage de Ghibb (Google Earth, 2010).

### 2.2.3.2 Principales caractéristiques du réservoir :

Les principales caractéristiques de ce barrage sont résumées dans le tableau n° 2.4.

Tableau 2.4 : Principales caractéristiques du barrage de Ghibb (A.N.B, 2004)

Côte du niveau normale de la retenue	427,5 m
Capacité initiale de la retenue	280 hm <sup>3</sup>
Capacité pour l'an 2000	145,2 hm <sup>3</sup>
Superficie du bassin versant	2800 m <sup>2</sup>
Apport moyen	148,5 hm <sup>3</sup> / an
Envasement annuel	3,2 hm <sup>3</sup> / an
Volume régulateur	105 hm <sup>3</sup>

### 2.2.3.3 Géologie :

Selon les données sur les sols d'Algérie de Durand [220], le bassin versant de Ghrib est constitué de plusieurs types de sols :

- La zone tellienne formée de sols calcaires constituant la plus grande partie de la superficie de cette zone. La teneur en calcium croît de la surface vers les profondeurs; la teneur de l'argile diminue au contraire.
- Des sols alluviaux recouvrant seulement les deux rives de l'oued Cheliff.

### 2.2.4 Lac de barrage de Lakhal :

#### 2.2.4.1 Localisation :

Le lac de barrage de Lakhal est situé à 5 Km de Ain-Bessam dans la wilaya de Bouira et à 150 Km d'Alger (Figure 2.7); il est implanté à la confluence des oueds Lakhal et Fahem. Les eaux de ce barrage sont utilisées pour l'irrigation des périmètres des Arribs et /ou la production d'eau potable pour Ain-Bessam, Sour El Ghozlane et sa zone industrielle.

Le climat de la région est sujet à l'influence de la mer mais avec une tendance continentale, l'hiver est plus long avec des températures basses, l'été est plus chaud et moins humide que sur le littoral. Le mois le plus froid est Janvier où la température minimale enregistrée est de 5°C, le mois le plus chaud est août avec une température maximale de 36,5°C (Agence Nationale des Ressources Hydriques). Les principales caractéristiques de ce réservoir sont résumées dans le tableau n° 2.5.

Tableau 2.5 : Caractéristiques morphométriques de la retenue du barrage de Lakhal (ANB, 2000).

Capacité de la retenue (m <sup>3</sup> )	30 Millions
Superficie du bassin versant (Km <sup>2</sup> )	189
Profondeur moyenne (m)	25
Profondeur maximale (m)	45

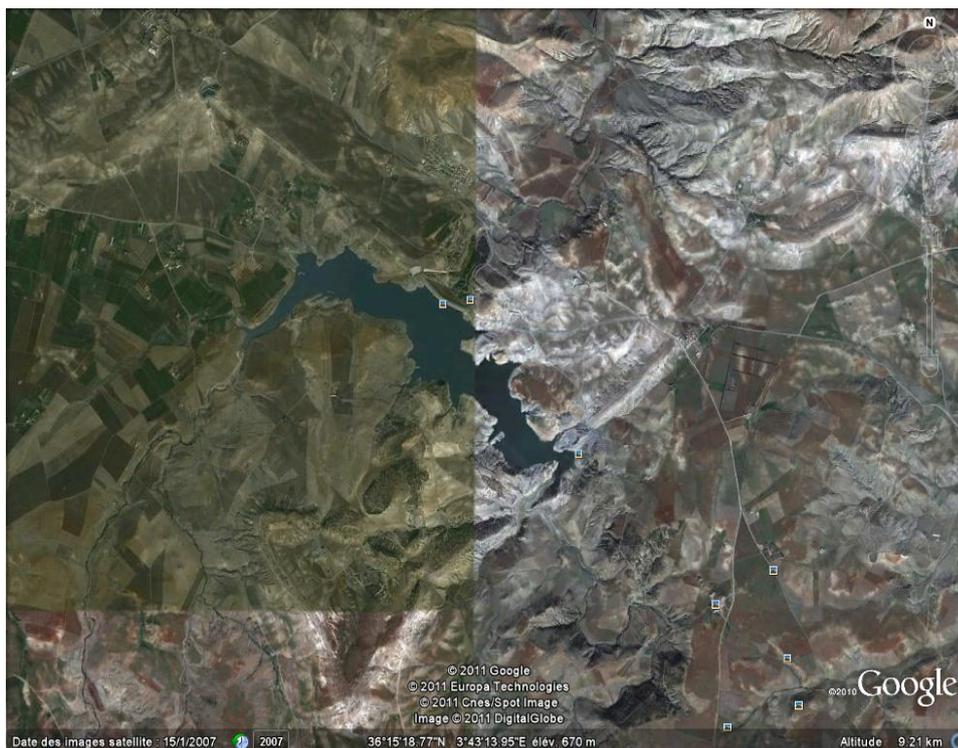


Figure 2.7: Vue aérienne montrant la situation du barrage de Lakhal (Google Earth, 2007).

#### 2.2.4.2 Géologie du bassin versant :

Des dépôts alluviaux forment les terrains des rivières et sont représentés par de gros graviers et des blocs de pierre auxquels s'ajoutent des dépôts diluviaux-proluviaux couvrant une grande partie des versants des rivières. Ces dépôts sont représentés par des argiles sableuses et caillouteuses.

#### 2.2.5 Lac de barrage de Taksebt :

##### 2.2.5.1 Localisation :

Le lac de barrage de Taksebt est situé sur l'oued Aissi à 10 Km au Sud-Est du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou (NE de l'Algérie). Il est implanté sur l'oued Aissi, affluent de l'oued Sebaou. D'une capacité de 175 millions de mètres cubes, il est destiné à renforcer l'alimentation en eau potable (mise en service Juin 2008) des wilayas de Tizi-Ouzou, de Boumerdès et d'Alger (Figure 2.8).



Figure 2.8: Vue aérienne montrant la situation du barrage de Taksebt (Google Earth, 2009).

Du point de vue climatologie, peu de données sont disponibles. La carte pluviométrique [125] indique que les zones situées à haute altitude reçoivent plus de 2 m de précipitations annuelles. Aux environs de 1000m d'altitude, la montagne de Djurdjura reçoit entre 1200 et 1500 mm d'eau/an. Le mont de Djurdjura connaît plusieurs couvertures neigeuses par hiver et une partie des précipitations reçues se fait donc sous forme de neige [221].

Les principales caractéristiques de ce barrage sont reportées dans le tableau 2.6 (Agence Nationale des Barrages/ ANB, 2002).

Tableau 2.6 : Caractéristiques morphométriques du barrage de Taksebt.

<b>Paramètres</b>	<b>valeurs</b>
Superficie du bassin versant	448 Km <sup>2</sup>
Longueur maximale	39 Km
Altitude moyenne	655 m
Capacité brute	175 Millions de m <sup>3</sup>
Capacité utile	164 Millions de m <sup>3</sup>
Apport moyen annuel	196 Millions de m <sup>3</sup>
Apport solide annuel	265000 tonnes/an
Précipitation moyenne	960 mm/an

#### 2.2.5.2 Géologie du bassin versant :

L'oued Aissi avec ses affluents, draine le flanc nord du mont de Djurdjura, traverse les formations primaires du massif métamorphique de la Grande Kabylie, formés de gneiss schisteux, de micaschistes et de schistes sériciteux et les terrains sédimentaires miocènes qui reposent en discordance sur ce massif avant d'atteindre l'oued Sebaou.

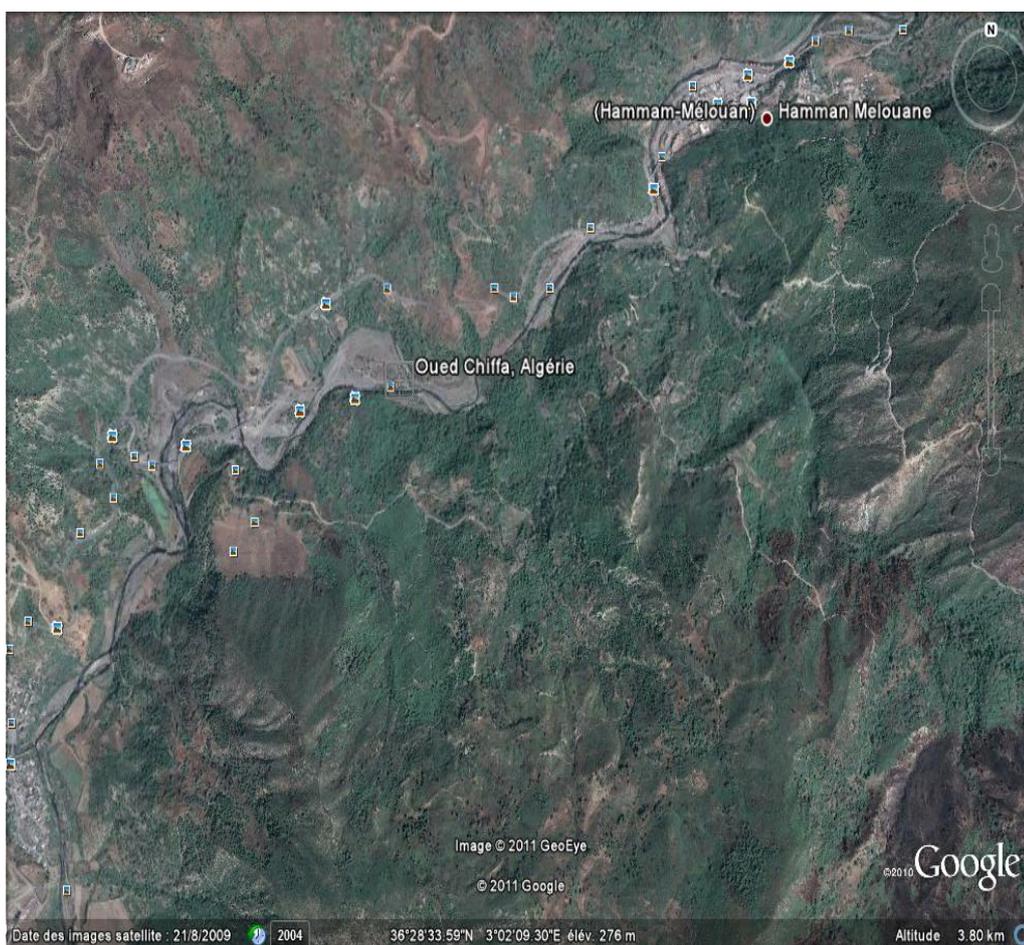
La chaîne calcaire du Djurdjura d'où les affluents de l'oued Aissi prennent leurs sources est constitué principalement de formations sédimentaires [222 ; 223].

#### 2.2.6 Oued Chiffa :

L'oued Chiffa prend sa source dans les monts de Médéa et coule au fond des gorges de la Chiffa (Figure 2.9). Il prend naissance de la confluence de

l'oued Mouzaia et de l'oued Sidi-Bahloul important par sa largeur et son débit. Il longe la plaine de la Mitidja jusqu'à l'oued Mazafran pour se déverser dans la mer. Les premières pluies apparaissent généralement au mois de septembre, les plus abondantes s'étalant essentiellement d'octobre à avril. Selon l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H), les débits journaliers les plus élevés sont observés de novembre à mai avec des maxima de 98,75 à 313 m<sup>3</sup>/s, et les plus faibles caractérisent les mois de juillet à septembre (0,052 à 0,0789 m<sup>3</sup>/s).

L'assèchement presque total n'est observé que durant la période estivale (août et septembre) sur le lit de l'oued Chiffa jusqu'au point de confluence avec l'oued Mazafran. Le manque de pluies et la surexploitation des eaux pour l'irrigation sont les principaux facteurs de cet assèchement.



**Figure 2.9:** Vue aérienne montrant la situation de l'oued Chiffa (Google Earth, 2009).

### 2.3 Campagnes d'échantillonnage, choix et description des stations :

La distribution du zooplancton dans les lacs est loin d'être uniforme. En fait cette distribution varie dans le temps et dans l'espace et ce à différentes échelles. Afin d'avoir un échantillonnage représentatif dans les six plans d'eau, trois stations ont été prospectées d'avril 2005 jusqu'à mars 2008:

- Keddara et Lakhel de 2006 à 2008,
- Boukourdane 2005 à 2007,
- Taksebt en 2007,
- Ghrib 2007 à 2008
- Oued Chiffa a été échantillonné en 2006 durant la période avril à septembre.

Pour chaque réservoir, des échantillons ont été prélevés dans trois stations :

- Deux stations dans la zone littorale, l'une près de la digue et l'autre à environ 5 Km de la digue.
- Une station dans la zone pélagique, dans sa plus grande profondeur.

La description des différentes stations échantillonnées est donnée dans le tableau n°2.7.

Tableau 2.7 : Description des différentes stations échantillonnées (S : Station).

Lacs de barrages	Stations	Description
Keddara (Figure 2.10)	<b>S1</b>	Située en zone littorale en aval du barrage, à proximité de la digue. L'eau est peu profonde, les fonds vaseux. Elle est caractérisée par une faible végétation et est très fréquentée par les animaux d'élevage.
	<b>S2</b>	Cette station est située en aval du barrage, en face de la digue. Elle est caractérisée par un substrat vaseux. La couverture végétale est constituée de racines de graminées.
	<b>S3</b>	Située dans la zone pélagique, profonde. Elle correspond à une plate-forme dont l'extrémité est formée d'un bras. Ce bras est immergé en saison hivernale lors de fortes précipitations. La station est plus exposée à l'action des vents. Cette station n'est accessible que par barque.

Tableau 2.7 : Description des différentes stations échantillonnées (S : Station).

<b>Boukourdane</b> (Figure 2.11)	<b>S4</b>	Située en aval du barrage, à proximité de la digue, eau profonde. Les fonds sont vaseux. Cette station est caractérisée par l'abondance des Macrophytes.
	<b>S5</b>	Située en aval du barrage, en face de la digue. Protégée des vents, cette station est caractérisée par un substrat vaseux envahi par des racines de Graminées.
	<b>S6</b>	Située en amont du barrage près de l'embouchure de l'oued Menaceur; à proximité d'une aire de jeux et de loisir.
<b>Ghrib</b> (Figure 2.12)	<b>S7</b>	Située dans une zone peu profonde, entourée d'arbres, elle est protégée de l'action des vents. Le fond est caractérisé par l'abondance de nombreux débris végétaux.
	<b>S8</b>	Peu profonde, sur des fonds vaseux. Cette station est entourée de roches avec une faible abondance du couvert végétale. Elle est soumise à l'action des vents; est très fréquentée par les baigneurs.
	<b>S9</b>	Eaux très profondes. Cette station est soumise à l'action des vents. L'accès se fait par une barque.

Tableau 2.7 : Description des différentes stations échantillonnées (S : Station).

<b>Lakhal</b> (Figure 2.13)	<b>S10</b>	située en aval du barrage. Le bord de la retenue se caractérise par la présence d'une couverture végétale constituée essentiellement de cultures maraîchères.
	<b>S11</b>	D'accès difficile, la station 11 est située à proximité de la digue, la profondeur d'eau est importante (45 mètres).
	<b>S12</b>	située en amont du barrage, elle se caractérise par une faible profondeur d'eau.
<b>Taksebt</b> (Figure 2.14)	<b>S13</b>	Cette station est située près de la digue, l'eau est peu profonde. Elle est entourée de roches, la végétation est moins abondante.
	<b>S14</b>	Eau plus profonde qu'à la station 13, elle est également située près de la digue.
	<b>S15</b>	Située dans la zone pélagique, cette station est soumise à l'action des vents.
<b>Oued Chiffa</b> (Figure 2.15)	<b>S16</b>	Située en aval de la commune de Tamasguida sur l'oued Chiffa et est alimentée par des sources de montagnes en amont et en aval dont l'apport est conséquent même en été. Les lauriers constituent la seule végétation.
	<b>S17</b>	Cette station est située à proximité de la commune d'El Hamdania à l'aval. Les eaux de cette station alimentent le barrage de Bouroumi.
	<b>S18</b>	La station S18 est localisée dans la wilaya de Blida à l'emplacement prévu pour la prise d'eau brute destinée à la consommation.



Figure 2.10: Stations du lac de Keddara.



Figure 2.11: Stations du lac de Boukourdane.



Figure 2.12: Stations du lac de Ghrib.



Figure 2.13: Stations du lac de Lakhal.



Figure 2.14: Stations du lac de Taksebt.



Figure 2.15: Stations de l'oued Chiffa.

## 2.4 Etude des facteurs abiotiques :

La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc de la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou à d'autres usages (irrigation, industrie...etc.). La chimie des six milieux étudiés (eaux lenticules et lotiques) peut être influencée par la dissolution des formations géologiques, les rejets industriels et l'activité agricole comme l'ont suggérés certains auteurs comme Nafa [225], Kherici [226], Djabri [227] et Zenati [228].

Lors de chaque prélèvement de matériel biologique, des prélèvements d'eau ont été réalisés afin de suivre l'évolution spatiale et temporelle des concentrations en nutriments.

Les échantillons d'eau ont été recueillis au moyen de bouteilles de 1 l à 0.5 m de profondeur à partir de la surface dans les six plans d'eau. Ces échantillons ont été immédiatement placés dans une glacière (pour limiter toute modification d'origine biologique) et conservés dans la glace en attendant leur transport vers le laboratoire de l'ANRH (Soummaa), de l'ADE de Blida (Chiffa) et de l'ADE de Médéa.

### 2.4.1 In situ :

Le potentiel hydrogène (pH), la température et l'oxygène dissous ont été mesurés in situ à l'aide respectivement d'un pH-mètre de type Handy pH/oxy-Guard, d'un salinomètre de type microprocessor-conductivity Meter servant aussi de thermomètre et d'un oxymètre de type Handy. Le dosage de l'oxygène dissous a été réalisé durant plusieurs campagnes par la méthode de Winkler. Pour certains échantillons, les analyses de terrain ont été réalisées à l'aide d'un turbidimètre et d'un appareil multi-paramètre (HACH); cet appareil permet de mesurer simultanément, le pH, la température, l'O<sub>2</sub> dissous et le degré de saturation, la conductivité et la salinité.

## 2.4.2 Au laboratoire :

### 2.4.2.1 Analyse des éléments chimiques :

Une analyse complète des éléments chimiques a été effectuée au niveau des différents laboratoires cités précédemment: les éléments majeurs ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  ainsi que les matières organiques (MO).

Au total, 15 paramètres physico-chimiques ont été mesurés et dosés selon les méthodes décrites dans le Manuel de l'Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer [229].

### 2.4.2.2 Dosage de la chlorophylle a :

Un volume d'eau (1l) est prélevé et aucun fixateur n'est ajouté à cette eau. Pour éviter la dégradation de la chlorophylle a, l'échantillon est conservé au froid et à l'obscurité jusqu'au moment de l'analyse [230 ; 231].

La chlorophylle a est extraite par l'acétone à 90%, et le dosage a été réalisé en spectrophotométrie selon le protocole décrit par Millerioux [232]. Les équations utilisées pour le calcul des concentrations sont celles proposées par le groupe de travail SCOR-UNESCO [233]:

$$\text{Chl a } (\mu\text{g/l}) = (v (11,64 \text{ DO}_{663\text{nm}} - 2,16 \text{ DO}_{645\text{nm}} - 0,10 \text{ DO}_{630\text{nm}})) / L.V$$

Où

v = Volume de l'extrait acétonique (en ml).

V = Volume de l'échantillon (en l).

L = Chemin optique de la cuve (en cm).

D.O. = Densité optique.

## 2.5 Etude des peuplements d'invertébrés (copépodes et rotifères) et phytoplancton :

### 2.5.1 Echantillonnage et mode de prélèvement :

Les trois stations décrites ont été prospectées suivant un échantillonnage mensuel allant de mars 2005 à avril 2007 pour le lac de Boukourdane, de mars 2006 à mars 2008 dans les réservoirs de Lakhal et de Keddara, du mois d'avril 2007 à avril 2008 dans les barrages de Ghrib et de janvier à décembre 2007 dans le lac Taksebt. Dans l'oued Chiffa, nous avons effectué un échantillonnage intensif (75 prélèvements) durant la période s'étalant d'avril à septembre 2006, hors des périodes de crues ou de précipitations intenses sur une colonne d'eau de 30 à 40 cm de hauteur.

Pour la capture du zooplancton et du phytoplancton, il existe de nombreux appareils tels que les bouteilles à plancton, les trappes, les tubes, les pompes et les filets.

Dans notre étude, l'échantillonneur utilisé est un filet à plancton biconique dont le diamètre d'embouchure est de 30 cm et la hauteur du cône inférieur filtrant est de 35 cm. La partie filtrante du filet est constitué de soie de 105  $\mu\text{m}$  de vide de maille (Figure 2.16). Ce filet est muni d'un système de collecte permettant de fixer une bouteille pour chaque récolte effectuée. La date, le site de collecte sont indiqués à chaque récolte.



Figure 2.16: Filet à plancton.

Pour les stations littorales, un trait horizontal de 20 m de long et à une profondeur de 0.5 m a été effectué en lançant le filet à partir des rives et aux heures de plein éclaircissement.

Pour la station pélagique, le prélèvement est effectué à 2m de profondeur à l'aide d'une embarcation. Exception faite pour la station 3 du lac de Taksebt que nous n'avons pu échantillonner que durant trois mois (Juin, Juillet et Août), la barque n'étant pas disponible durant le reste de l'année.

Les échantillons sont fixés par addition d'une solution de formol à 5% ; puis versé dans un flacon placé à l'obscurité et au froid. Certains échantillons n'ont pas été fixés pour limiter la déformation des espèces de Rotifères à tégument souple.

## 2.5.2 Méthodes d'observation :

### 2.5.2.1 Copépodes :

Les méthodes d'observation des espèces de Copépodes sont décrites ci-dessous.

Avant toute dissection de Copépode, il convient de procéder aux observations et mensurations suivantes, sur animaux non comprimés :

\* Pour les Calanoïda :

- Longueur de l'animal;
- Longueur relative de l'antennule par rapport au céphalothorax ou à l'abdomen
- Nombre d'œufs par sac ovigère;
- Ornementation latérale des segments de l'abdomen et en particulier du segment génital.

\* Pour les Cyclopoïda et particulièrement pour le genre *Cyclops* :

- Longueur de l'animal, du céphalothorax et de l'abdomen;
- Longueur totale du céphalothorax;
- Longueur de l'antennule et longueur relative de cette antennule par rapport aux premier et deuxième segments du céphalothorax;
- Longueur et largeur des premier, deuxième, troisième, quatrième et cinquième segments thoraciques, ainsi que leur forme, surtout latéralement;
- Position des sacs ovigères et nombre d'œufs par sac.

\* Pour les Harpacticoïda :

- Longueur de l'animal;
- Forme du rostre;
- Présence ou non de fenêtres tégumentaires sur le céphalothorax,
- Présence ou non de disques (organe nuchal) sur le céphalothorax,
- Ornementation des bords postérieurs des segments thoraciques;
- Nombre d'œufs par sac ovigère et position du sac (ou des sacs).

L'identification des Copépodes nécessite la dissection de l'animal suivie de l'examen détaillé des différents appendices isolés. La méthode utilisée est celle de Dussart et Defaye [234 ; 235 ; 182]. Des individus adultes mâles ou femelles sont placés pendant quelques heures ou toute une nuit jusqu'à évaporation de l'alcool dans un verre à montre contenant quelques gouttes d'éthanol glycéринé (10% glycérine et 90% éthanol 70°). Puis les organismes sont éclaircis avec de l'acide lactique pendant une courte période; la coloration est faite à l'aide d'un colorant le rose bengale (1g/l d'une solution éthanol glycéринé), le temps de coloration est rapide (30 secondes). Les observations microscopiques sont réalisées à partir de préparations dans la glycérine à un grossissement de 10 x 40 fois (Figure 2.17)

La détermination des Copépodes est souvent difficile car les récoltes contiennent le plus souvent un taux élevé d'individus jeunes et immatures ainsi que des larves nauplies.



Figure 2.17: Observation des copépodes au microscope photonique Gr 10X40.

On reconnaît la forme immature à la minceur de sa carapace chitineuse, à la segmentation incomplète des pattes et des antennules, à l'aspect général du crustacé et en particulier, au nombre des articles des pattes qui est inférieur à celui de l'adulte. L'identification n'est possible que chez les adultes principalement femelles pour les cyclopoïdes et mâles pour les calanoïdes.

Le Cyclopoïde adulte femelle est observé sur sa face dorsale puis on fait une dissection des différents appendices en séparant du céphalothorax l'abdomen comprenant le 5<sup>ème</sup> somite thoracique (Th 5), les 5<sup>ème</sup> pattes thoraciques (P5), le somite génital et la furca, les pattes thoraciques P1, P2, P3 et P4.

Pour les Calanoïdes, l'examen des pattes thoraciques P5 mâle et P5 femelle est indispensable pour la détermination des espèces; un examen des expansions latérales des quatrième et cinquième segments thoraciques est nécessaire.

L'identification des individus adultes femelles pour les copépodes Cyclopoïdes et Harpactoïdes et des mâles pour les Calanoïdes a été réalisée grâce aux clés de détermination de Dussart [236 ; 237 ; 238], Einsle [239 ; 240], Karaytug [241], Dussart et Defaye [182], Mirabdullayev et Defaye [242] et Holynskaal *al.*, [243].

#### 2.5.2.2 Rotifères :

Les Rotifères sont séparés sous une loupe binoculaire en deux groupes : les individus loriqués et les individus contractiles qui se présentent sous forme globuleuse; certains espèces ne peuvent être identifiés que sur des individus vivants. Dans certains cas, l'ajout du formol à 4% immobilise les espèces agiles.

Il est souvent nécessaire d'isoler les pièces digestives ou buccales (mastax ou trophi) par l'emploi d'une solution d'hypochlorite de sodium qui dissout les chairs molles de l'individu, ne laissant que les parties dures du mastax.

Pour les Rotifères possédant une lorica, les préparations de lames ont été réalisées à partir d'individus prélevés au moyen de pipettes et placés directement dans une goutte de glycérine afin d'empêcher leur dessèchement. Les observations ont été réalisées au moyen d'un microscope au grossissement 10 x 40 puis 10 x 100 fois (Figure 2.18).

L'identification des espèces est réalisée à l'aide des clés et manuels de Ruttner-Kolisko [187], Koste [244], Pourriot et Francez [188], Nogrady et *al.*, [189] et Segers [245].

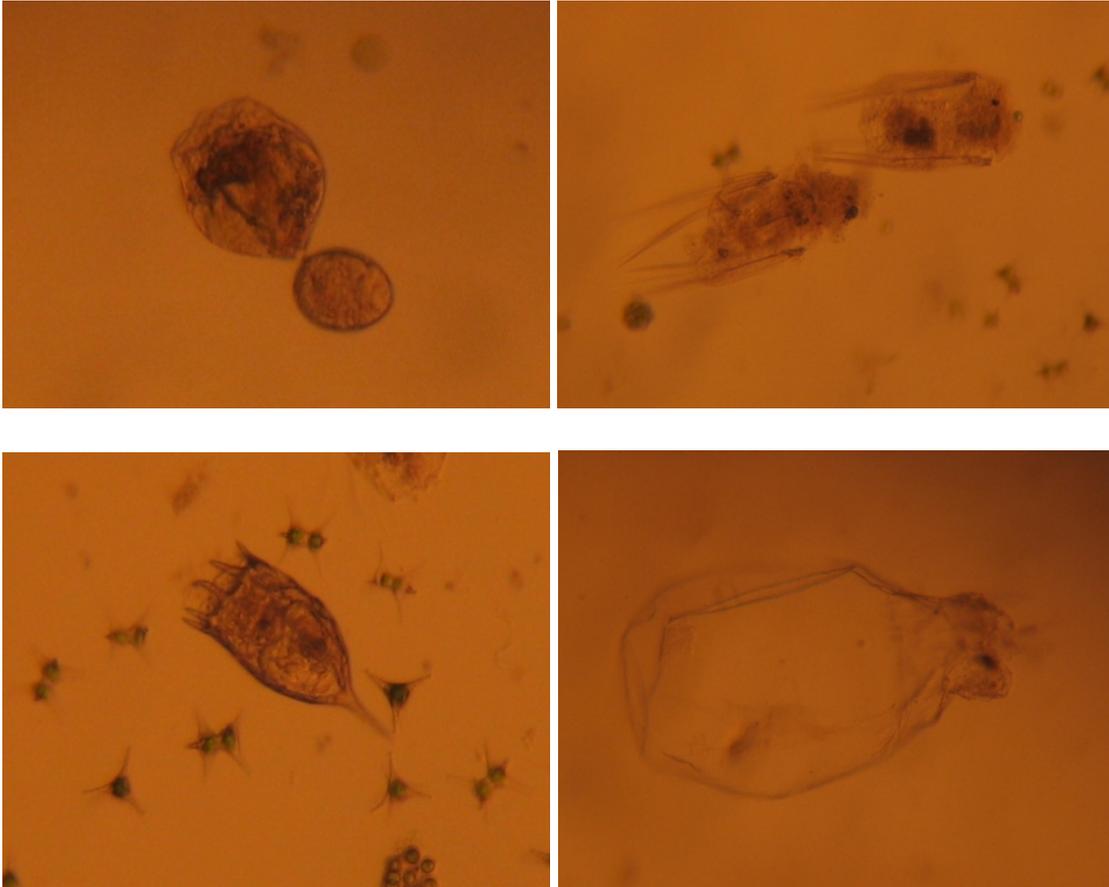


Figure 2.18: Observation des rotifères au microscope photonique Gr 10X40.

### 2.5.2.3 Phytoplancton :

Les échantillons de phytoplancton ont été recueillis en utilisant le même filet à plancton. Les différentes prises d'eau conservées dans des piluliers étiquetés (date, station et heure de prélèvement).

Dans le souci de nous familiariser le plus possible dans un premier temps avec les différents taxons rencontrés, toutes nos observations ont été faites sur du matériel biologique vivant, c'est à dire non fixé pour la conservation. Aucune utilisation de formol ou de tout autre fixateur n'a donc été faite à cette fin, ceci afin d'éviter les risques de décoloration des organismes avec le temps, et les déformations éventuelles de certaines structures et formes qui rendraient plus difficiles les observations et déterminations ultérieures.

Suivant la morphologie générale des taxons observés, une première détermination des espèces a été faite à partir des ouvrages de Bourrelly [246 ; 247 ; 248], Sournia [249] et de Compère [250 ; 251 ; 252 ; 253 ; 254 ; 255 ;

256]. À partir de ces données (photos, dessins) une identification plus fine des espèces a été possible grâce aux travaux de Couté et Iltis [257] (Pyrrophyta), Anagnostidis et Komarek [258 ; 259] et Komarek et Anagnostidis [260 ;261 ;262 ; 263], Whitton et Pottes ([264] (Cyanobactéries), Forster [265], Opute [266 ;267] et Islam [268 ;269 ;270] (Desmidiacées), Komarek et *al.*, [271] et Leghari et *al.*, [272] (Chlorococcales), Chandy et *al.*, [273], Krammer et Lange-Bertalot [274 ;275 ;276 ;277] et Lavoie et al [278] (Diatomophycées), Pestalozzi [279] (Volvocales), Starmach [280 ; 281,282] (Cyanobactéries, Dinophycées, Euglénophycées), Ettl [283], Ettl et *al.*, [284 ;285 ; 286), Ettl et *al.*, [287], Ettl et Gartner [288], Ettl et *al.*, [289] et de nombreuses publications.

### 2.5.3 Sédimentation et comptage :

Le comptage du plancton a été effectué à l'aide d'une cuve de Dolfus par comptage direct après sédimentation pendant 4 à 12 heures au microscope inversé.

Lorsque les algues posent des problèmes d'identification, une goutte (ou deux) de la partie sédimentée prélevée à l'aide d'une pipette, est montée entre lame et lamelle. La préparation ainsi obtenue, prête pour l'observation est d'abord explorée à l'objectif 10 x (oculaire 10 x), à l'objectif 40 x (oculaire 10 x) puis à l'objectif 100 x (oculaire 10 x) (Figure 2 .19). Les résultats sont exprimés en nombre d'individus par litre.

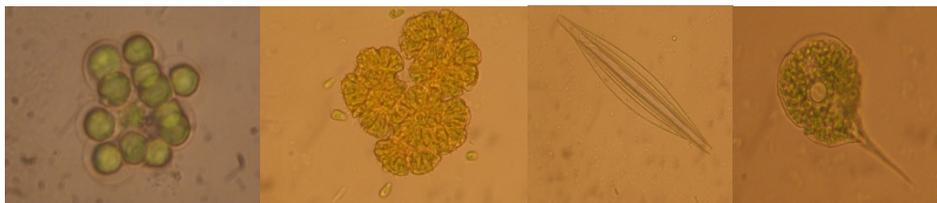


Figure 2.19: Observation des microalgues au microscope photonique Gr 10X40.

Les comptages auraient été moins ardues et beaucoup plus aisés si nous avions pu disposer de cellules de comptage de type hémacytomètre ou SEDGWICK-RAFTER, ou mieux encore, d'un microscope inversé type UTERMOHL, pratique pour les analyses quantitatives.

#### 2.5.4 Traitement des données :

##### 2.5.4.1 Richesse spécifique et densité :

###### 2.5.4.1.1 Richesse spécifique :

La richesse spécifique (S) est définie par le nombre total de taxons identifiés dans un échantillon. C'est un élément qui indique la variété spécifique du peuplement autrement dit sa richesse en espèces.

La richesse spécifique est un critère distinctif des écosystèmes ou des stations étudiées au sein d'un écosystème donné [290]. Cette variable reflétant l'état d'un système et est de plus en plus prise en compte dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la biodiversité [291].

Dans notre cas, nous assimilons l'ensemble des relevés réalisés sur toutes les stations d'un même site à un peuplement. Plusieurs relations espèces-individus ont été établies dans le but d'estimer aussi précisément que possible la richesse spécifique absolue, indépendamment de la taille de l'échantillon [292]. La richesse spécifique selon Margalef :

$$R = S - 1 / \ln N$$

Où :

$N$  = nombre d'individus

$S$  = richesse spécifique.

#### 2.5.4.1.2 Densité :

La formule pour calculer le nombre d'organismes/l de l'échantillon ont été estimées selon la méthode du «compte à goutte» ou «drop count method» ou «dropping method» décrite par Lackey [293] qui se présente comme suit :

$$\text{Total des planctons/l} = A * (1/L) * (N/v)$$

A : nombre d'organismes par goutte

L : volume de l'échantillon original (l) = (1l)

N : volume total de l'échantillon concentré = (10ml)

25 gouttes = 1 ml

v : volume d'une goutte (ml) =  $1/25 = 0.040\text{ml}$

#### 2.5.4.2 Dominance :

Le degré d'organisation de tout peuplement est l'une de ses caractéristiques primordiales. Il reflète principalement la distribution des dominances relatives (D) de chaque espèce et le spectre des fréquences relatives de l'espèce la plus abondante à la plus rare [294]. La dominance d'une espèce est le rapport entre le nombre d'individus ( $q_i$ ) de cette espèce et le nombre total d'individus (Q) du prélèvement considéré:

$$D (\%) = (q_i / Q) \times 100.$$

Espèces très abondantes : 61% - 100%

Abondantes : 41% - 60%

Peu fréquentes : 10% - 40%

Rares : 5% - 10%

Présents occasionnellement : 0%- 5%

Non détecté : 0

Plusieurs auteurs tels que Daget [294] rapportent que les espèces qui contribuent pour moins de 1% à la composition quantitative globale sont à négliger; seules celles dont la dominance dépasse ce seuil sont considérées dominantes.

#### 2.5.4.3 Etude de la diversité spécifique et de l'équitabilité :

##### 2.5.4.3.1 Indice de diversité :

L'évaluation de la diversité spécifique nous permet d'évaluer la structure d'un écosystème et indiquer l'état de la maturité d'un peuplement. En effet, plus cet indice est élevé, plus le peuplement est stable, c'est-à-dire qu'il n'est pas dépendant de l'action des facteurs abiotiques ou d'un facteur de pollution [295]. Legendre et Legendre [296] et Harris et *al.*, [297] définissent la diversité spécifique comme une mesure de la composition en espèces d'un écosystème, en tenant compte de la distribution de leurs abondances relatives. L'indice de diversité ( $H'$ ) est faible lorsque les individus rencontrés appartiennent tous à une seule espèce ou bien quand toutes les espèces sont représentées par un seul individu, il indique également que la communauté est jeune à haut pouvoir de multiplication avec dominance d'une ou d'un petit nombre d'espèces, tandis que  $H'$  est maximum quand les individus trouvés sont répartis sur plusieurs espèces caractérisant des populations matures présentant une composition spécifique complexe avec une stabilité du peuplement relativement grande.

Parmi les indices établis pour l'estimation de cette diversité, l'indice de Shannon et Weaver [298] ( $H'$ ) demeure le plus utilisé [299]. Cet indice est exprimé en bits/individu. Il est défini par l'équation suivante:

$$H' = - \sum_{ni=1}^i ni / N \log_2 ni/N$$

avec  $ni/N$  : la fréquence de l'espèce  $i$  dans l'échantillon

$N$  : somme des individus de l'ensemble des espèces

#### 2.5.4.3.2 Indice d'équitabilité (E) :

L'indice d'équitabilité (E) correspond au rapport de la diversité atteinte (H') et la diversité maximale (H' max) pouvant être obtenue avec le même nombre de taxons [300]. En fait, l'indice d'équitabilité permet de comparer la diversité mesurée à la diversité théorique maximale [301]. L'indice d'équitabilité dérive de l'indice de diversité spécifique et consiste à comparer la diversité H' à sa valeur maximale ( $\log_2 N$ ). Il varie de 0 (quand une espèce domine tout le peuplement et il s'agit alors d'un milieu pollué) à 1 (quand les espèces sont équi-fréquentes c'est-à-dire que leur abondance est identique et il s'agit alors d'un milieu sain) [302]. Une valeur d'équitabilité de 0.8 traduit un peuplement équilibré [294]. Le calcul de cet indice a été réalisé suivant Pielou [303] et suivant la formule:

$$E = H' / \log_2 S$$

où H' est l'indice de diversité spécifique, S est la richesse spécifique et  $\log_2 S$  est la valeur maximale que prend H' lorsque toutes les espèces se présentent avec la même abondance.

#### 2.5.4.4 Indice de similitude de Sorensen :

Pour l'étude de similitude entre les compositions de la faune et de la flore algale des différents sites étudiés, nous avons utilisé l'index de similitude de Sorensen [304] :

$$S = (2C/a+b) \times 100$$

S=Similitude exprimée en pourcentage

C=Nombre d'espèces communes aux deux sites

a= nombre d'espèces inventoriées dans le premier site

b= nombre d'espèces inventoriées dans le deuxième site

#### 2.5.4.5 Analyse statistique :

Les données obtenues au cours de cette étude ont été soumises à divers tests statistiques tels que le calcul des moyennes annuelles, les tests de corrélations, l'analyse de redondance (RDA) les logiciels STATISTICA et CANACO.

##### 2.5.4.5.1 Moyennes annuelles :

Les moyennes annuelles ont été calculées en utilisant le logiciel STATISTICA

$$SEM = \text{Standard error of mean} = \frac{s}{\sqrt{n}} \text{ avec } s = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \cdot \sigma$$

$$\text{Ecart-type : } \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i x_i^2 - \bar{x}^2}$$

##### 2.5.4.5.2 Test de corrélation de Pearson :

Il permet de mettre en évidence les corrélations deux à deux entre les différents paramètres abiotiques ou biotiques mesurées. Ce type de test permet de mettre en relief les relations potentielles entre les différentes variables à tester.

##### 2.5.4.5.3 Analyse de redondance (RDA) et Analyse canonique des correspondances détendancée (DCCA) :

Pour étudier l'influence des variables environnementales sur la distribution des espèces planctoniques, nous avons utilisé les techniques d'analyses canoniques [305]. Une analyse de correspondance détendancée (DCA) mesure la longueur du gradient et permet de tester la réponse des espèces (ici les espèces phytoplanctoniques et zooplanctoniques). Si la longueur du gradient est inférieure à 3SD (Standard Deviation), la réponse linéaire semble la plus adéquate et une analyse canonique de redondance

(RDA) est la plus adaptée. Si la longueur du gradient est supérieure à 4SD, on postule que les espèces ont un préférendum, le modèle unimodal devient une bonne approximation et l'on utilise une analyse canonique des correspondances (CCA). Toutes ces analyses ont été réalisées avec le logiciel CANOCO.

La RDA est une méthode linéaire multivariée qui a été employée dans cette étude, à l'aide du programme CANACO 4.0 [306]. L'analyse est fondée sur les données de l'abondance des espèces en relation avec les variables environnementales. Les résultats sont présentés comme un biplot où les espèces et les facteurs environnementaux sont représentés graphiquement.

L'analyse « canonique » des correspondances [307 ;308 ;309] est unique parmi les méthodes d'ordination en ce sens que l'analyse des correspondances du tableau principal est soumise à la contrainte des variables mésologiques d'un second tableau au moyen d'une régression multiple. Cela signifie que l'ordination des relevés et des espèces est soumise à une contrainte par les relations avec les variables mésologiques. CCA convient dans les cas où les réponses des espèces aux variables mésologiques sont unimodales et où les variables mésologiques correspondantes ont été mesurées. Il s'agit donc ici d'une analyse directe de gradient. Les scores des relevés sont des combinaisons linéaires des paramètres environnementaux. CCA est donc une analyse directe de gradient La DCCA est l'application de l'algorithme CCA à la "detrended correspondance analysis".

## PARTIE 3

### RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Analyse des paramètres physico-chimiques :

Les études écologiques des eaux douces impliquent un choix entre deux types d'approches, l'une liée à la connaissance de la dynamique des espèces aquatiques dans un site donné et l'autre relative à une connaissance des caractéristiques physiques et chimiques de la masse d'eau.

Les mesures de ces paramètres donnent des informations précieuses sur l'environnement aquatique. Dans cette optique, nous avons analysé quelques facteurs physico-chimiques.

##### 3.1.1 Paramètres physico-chimiques :

###### 3.1.1.1 Température :

- Retenue de keddara :

Au cours de la période allant de mars 2006 à février 2007, la température de l'eau a augmenté progressivement de mai à août 2006 alors qu'elle a baissé d'octobre à février. La température minimale de l'eau (12°C) a été enregistrée au cours des mois de janvier et février et le maximum (31°C) a été noté au mois d'août.

Au cours de la période allant de mars 2007 à mars 2008, la plus basse température (10.9°C) a été observée au mois de janvier et des valeurs élevées ont été notées au cours des mois de juillet, août et septembre. Le maximum a été noté au mois de septembre (33°C) (Figure 3.1).

- Retenue de Lakhal :

Durant la période allant de mars 2006 à février 2007, la température augmente graduellement de juin à août 2006. Elle diminue à partir du mois d'octobre et la plus basse valeur a été enregistrée au mois de mars (8.5°C).

Au cours de mars 2007 à mars 2008, nos relevés font apparaître l'existence de deux périodes : l'une froide et l'autre chaude illustrées par des

températures comprises respectivement entre 12°C et 18.5°C et 24.5°C et 30°C (Figure 3.1).

- Retenue de Ghrib :

Les résultats obtenus durant la période d'étude montrent que la température présente également des phases de croissance et de décroissance. Les valeurs maximales sont obtenues en période estivale où la valeur maximale (30°C) est relevée en septembre. A partir du mois d'octobre, la température montre une baisse progressive jusqu'au mois de février où les valeurs minimales sont relevées. Durant l'année 2008, nous avons relevé une température très basse aux mois de janvier et décembre (13°C) (Figure 3.1).

- Retenue de Boukourdane :

La température de l'eau du lac de Boukourdane montre des variations similaires aux autres lacs déjà cités. Les températures supérieures à 15°C sont relevées de mars à novembre et celles comprises entre 12°C et 15°C de décembre à février (Figure 3.1).

- Retenue de Taksebt :

Une phase de refroidissement a été notée entre novembre et avril. La température minimale de l'eau relevée au cours de cette période est de 11°C et ce, au mois de janvier.

La phase de réchauffement estivale s'étale de juin à octobre, la température maximale de l'eau est observée au cours du mois de juillet (26°C) (Figure 3.1).

- Oued Chiffa :

La courbe de la température de l'eau atteint un maximum aux mois de juillet et août (22.5°C) tandis qu'une baisse dans la température se fait à partir du mois de septembre (19.5°C).

Dans notre étude, les variations de la température sont clairement liées aux saisons. Selon la classification des lacs donnée par Dussart [138], les cinq lacs peuvent être classés comme monomictiques chauds car la température de

l'eau est toujours comprise entre 7°C et 39°C et ne descend jamais au dessous de 4°C. De ce fait, ce type de lacs comporte une période de stratification en saison chaude.

L'augmentation du rayonnement solaire en raison de la longueur du jour peut expliquer l'augmentation progressive de la température de l'air et de l'eau de mai à septembre. De même qu'une réduction progressive du rayonnement solaire pourrait expliquer la chute de la température d'octobre à février. Ce rayonnement commence à augmenter à partir du mois de mars. Une relation directe de la température de l'eau avec un soleil radieux et sa durée a été également suggéré par les travaux de Munawar [310] et Harshey et *al.*, [311].

### 3.1.1.2 pH :

Le pH est indissociable des valeurs de la température, de la salinité et du taux de CO<sub>2</sub> [312].

Ainsi, il a été démontré que la minéralisation de la matière organique provoque une chute du pH [313 ; 314] alors que la décalcification biogène des eaux de surface qui se produit en présence d'un fort appauvrissement en CO<sub>2</sub> par les algues peut provoquer une hausse du pH à environ 10 [315].

Les valeurs de pH de l'ensemble des sites sont indiquées sur les graphes (Figure 3.2). Les fluctuations du pH sont peu marquées pour les six sites et oscillent entre un minimum de 6.9 et un maximum de 8.6 excepté pour la retenue de Boukourdane où on a noté une valeur minimale de 6.3.

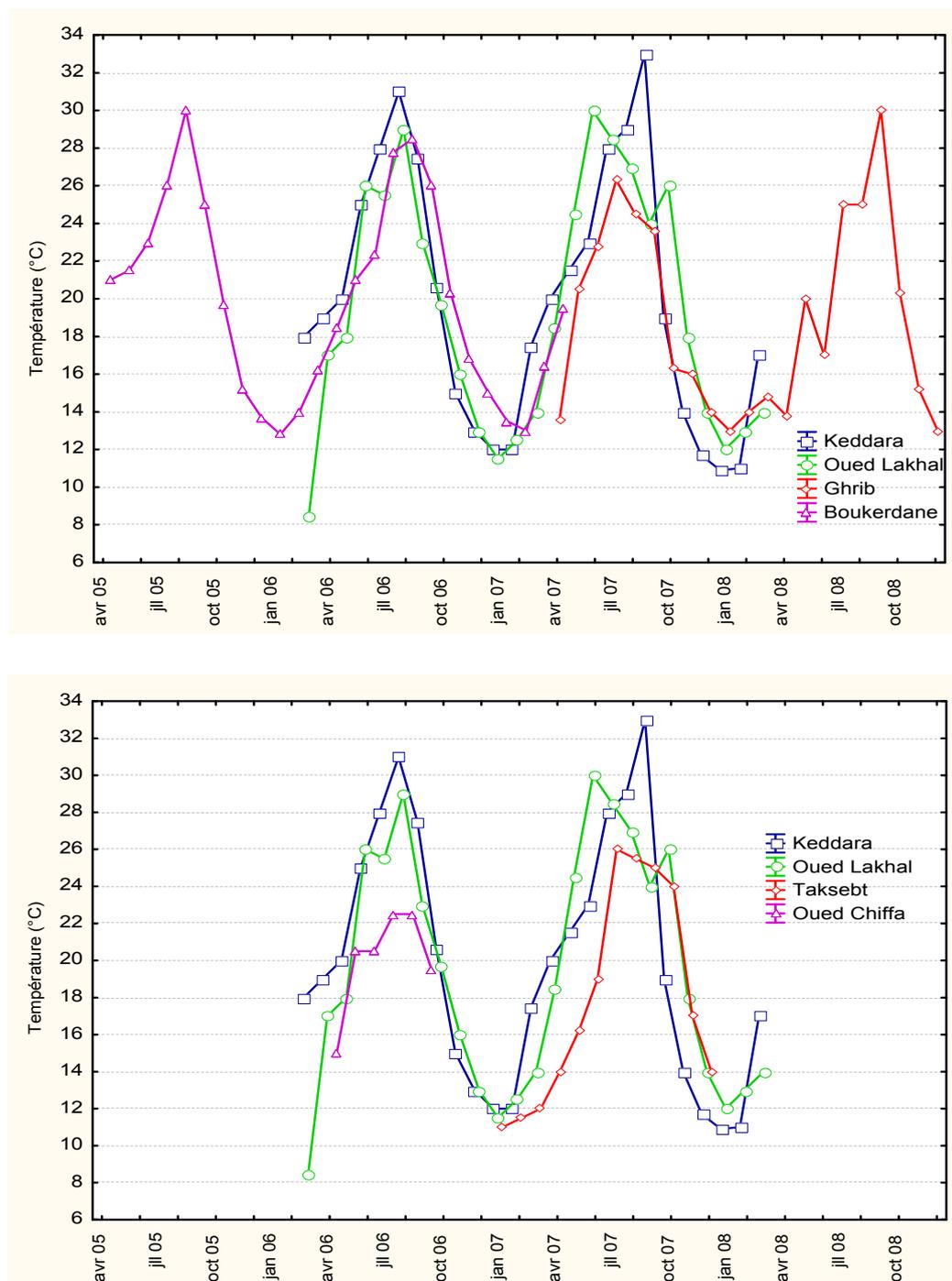
En général, la période des maxima apparaît aux mois de mai, juin, juillet, août et septembre, cela est en relation probablement avec la photosynthèse. Les écarts entre les sites ne sont pas très élevés (Tableau n° 3.7).

Le pH de l'eau résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes d'acides carboniques [316 ; 317]. Il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates. Il dépend d'une part de la diffusion du gaz carbonique à partir de l'atmosphère et du bilan des métabolismes respiratoires et photosynthétiques [318] et d'autre part, de l'origine des eaux, de la nature géologique du milieu traversé, des rejets des eaux usées etc... [138].

Un pH compris entre 5 et 9 permet un développement de la faune et de la flore. Les eaux alcalines présentent généralement une faune plus riche et

plus diversifiée que les eaux acides qui, faiblement minéralisés ne permettent qu'un développement limité de la flore aquatique.

Le suivi et l'analyse de ce paramètre dans les six plans d'eau montrent que ces eaux sont dans les normes comprises entre 6.9 et 8.6.



**Figure 3.1 :** Evolution saisonnière de la température de l'eau dans les différents sites d'étude.

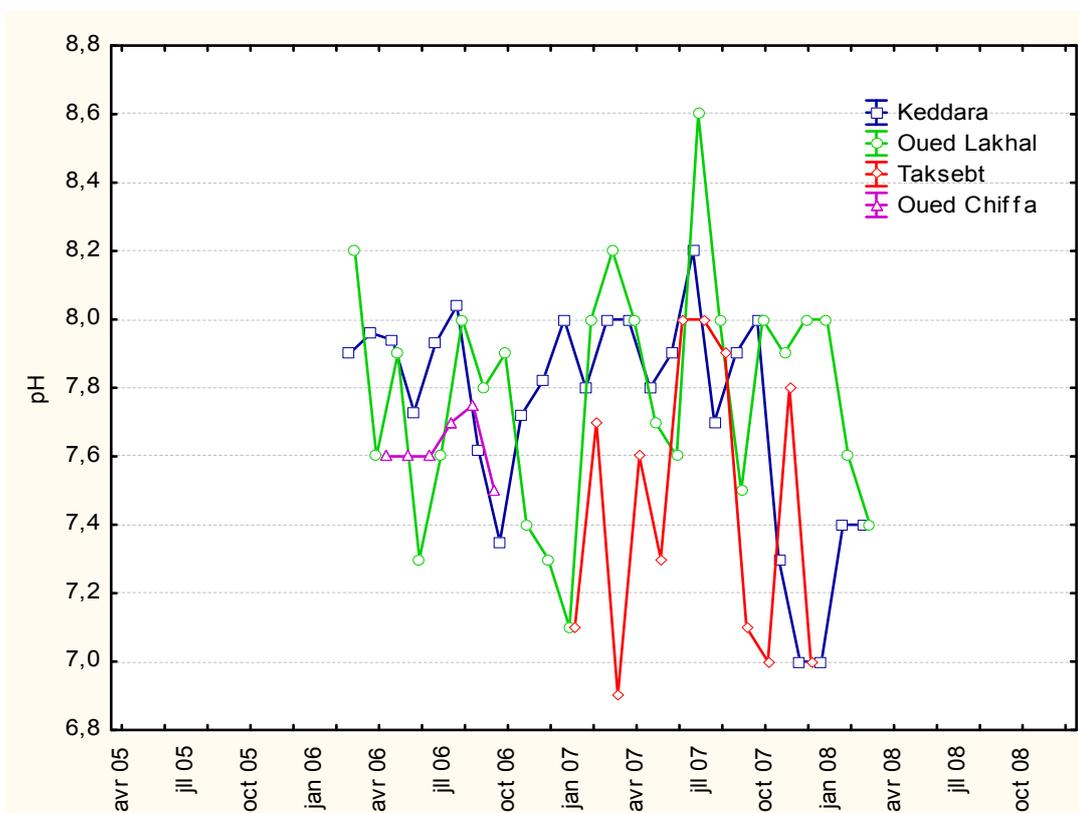
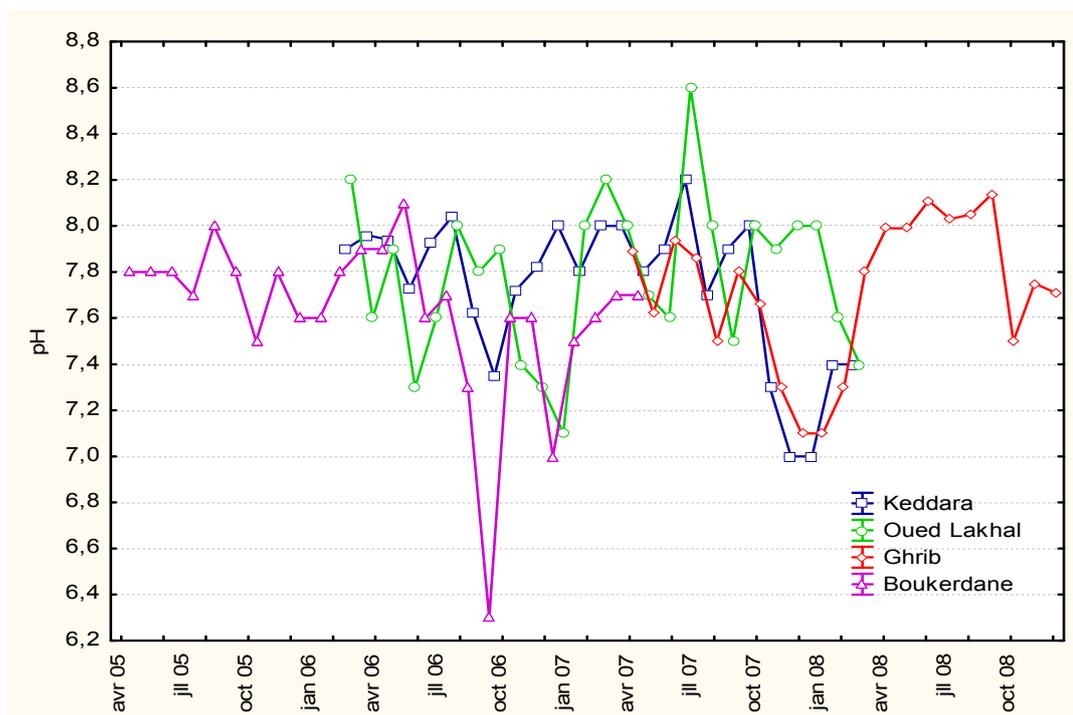


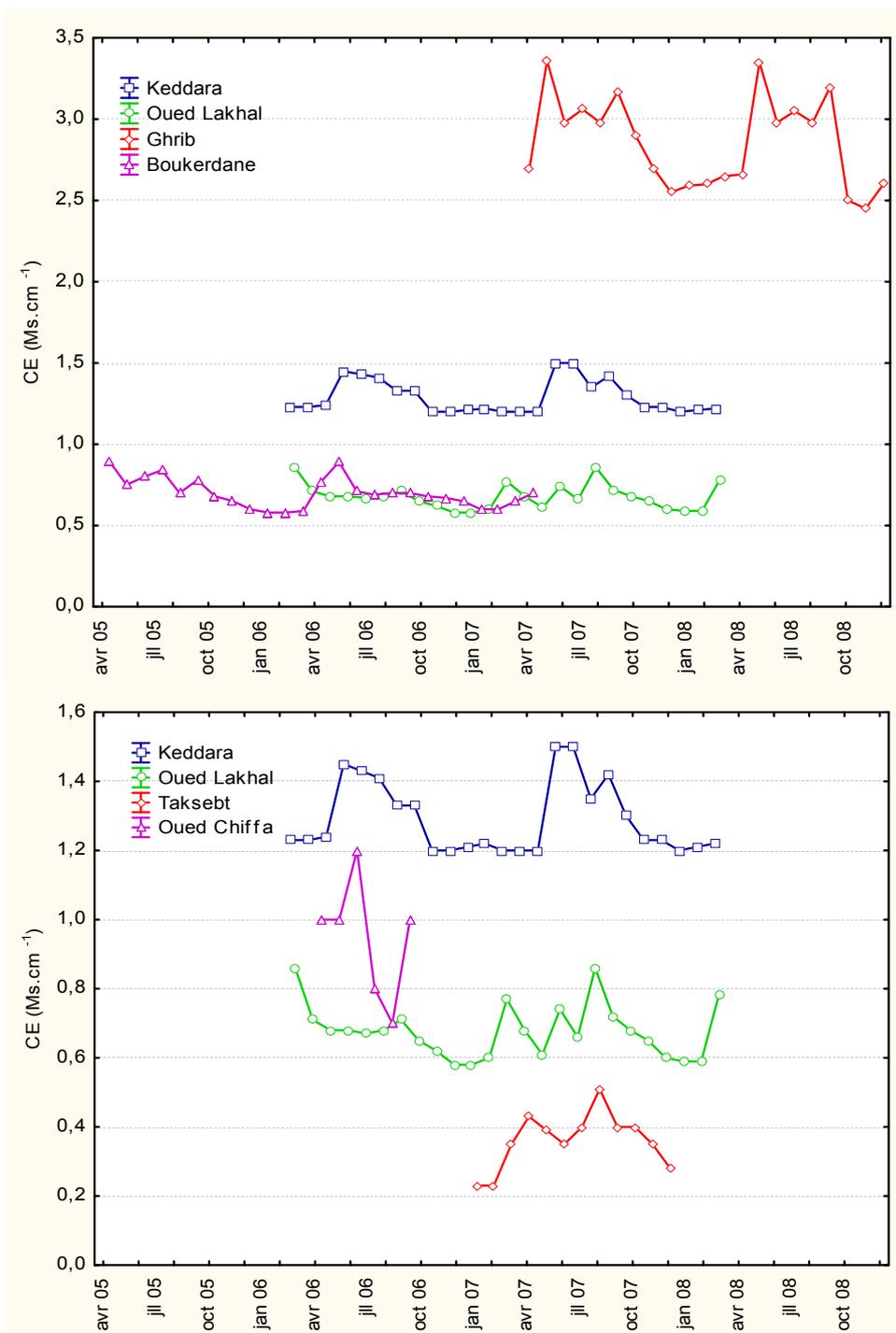
Figure 3.2 : Evolution saisonnière du pH dans les différents sites d'étude.

### 3.1.1.3 Conductivité électrique :

Les résultats de cette étude montrent que les valeurs de la conductivité électrique oscillent entre 0.23 Ms/cm et 3.36 Ms/cm. La plus faible conductivité (0.23 Ms/cm) a été enregistrée au niveau de la retenue de Taksebt en janvier et février 2007 et la plus élevée (3.36 Ms/cm) au niveau du lac de Ghrib au mois de mai de la même année (Figure 3.3).

En règle générale, la conductivité est faible au cours de la période allant d'octobre à mars puis les valeurs augmentent considérablement pendant la période allant de mai à septembre. Ce paramètre physico-chimique n'étant guère utilisé par les limnologues, la documentation permettant d'évaluer son intérêt dans un écosystème lacustre est très rare, voir inexistante. Forro et Metz [319] ont étudié la relation existante entre le niveau de l'eau et la conductivité et ont constaté que cette dernière est proportionnelle au niveau d'eau sans aucune explication.

Dans notre cas, nous avons noté que le maximum de la conductivité de mai à septembre correspond à un volume d'eau minimal des retenues étudiées.



**Figure 3.3 :** Evolution saisonnière de la conductivité électrique dans les différents sites d'étude.

#### 3.1.1.4 Oxygène dissous (%) :

L'oxygène est l'un des facteurs fondamentaux de la vie, il représente 35% environ des gaz dissous dans l'eau [320]. Sa présence dans les eaux de

surface joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique et dans l'autoépuration.

Il atteint l'eau par diffusion superficielle et par la photosynthèse des algues et des végétaux submergés [321 ; 322 ; 323].

La teneur en oxygène dissous dans les eaux naturelles sont déterminées principalement par :

- La respiration des organismes aquatiques
- L'oxygénation et la dégradation des polluants
- L'activité photosynthétique et les échanges avec l'atmosphère

Les teneurs en oxygène varient d'un mois à l'autre. Dans le lac de Keddara, cette teneur varie de 36.61 % à 124.39%. La teneur la plus élevée a été notée au mois d'août 2007 et la plus basse en janvier 2007.

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées en été. Ces valeurs diminuent au cours de la saison des pluies et augmentent légèrement pendant la saison froide.

Dans le lac Lakhal, les valeurs oscillent entre un minimum de 50% (janvier 2007) et un maximum de 109.2% (mars 2007). Les valeurs enregistrées dans les différents lacs de barrage de Ghrib, Taksebt et Boukourdane montrent un maximum de 127% noté aux mois d'août au niveau de Boukourdane et une valeur minimale de 32.8% au mois de janvier dans le barrage de Taksebt (Figure 3.4).

L'évolution temporelle de l'oxygène est variable d'un site à l'autre. Une sursaturation en oxygène dissous pendant le jour a été enregistrée dans certains plans d'eau Keddarra (124%) en août 2007, Lakhal (109.2%) en mars 2007, Boukourdane (122%) en avril 2007 et Taksebt (112.4%) en juin 2007.

Une partie de cet oxygène dissous sera consommé par les bactéries pour la décomposition et la minéralisation de la matière organique et l'autre partie sera utilisée par les algues durant la nuit pour la respiration. Ceci pourrait conduire à une baisse intensifiée de la teneur en oxygène dissous dans le milieu qui pourra être dangereusement faible à la levée du jour [24 ; 325 ; 326]. Pendant le jour, la production d'oxygène est confinée à la surface où il y a une forte sursaturation [327] ; pendant ces périodes de sursaturation, il serait nécessaire

selon Droussi [328] de diminuer l'oxygène par des apports d'eau de nappes froides et pauvres en oxygène.

### 3.1.1.5 Composés azotés Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ):

Réalisés dans les couches superficielles de la zone littorale, les prélèvements montrent une nette variation de la teneur en éléments nutritifs azotés. Cette teneur obéit d'une part à un processus d'équilibre entre les nitrates et les nitrites et d'autre part à un éventuel besoin nutritif de la biocénose aquatique ([329].

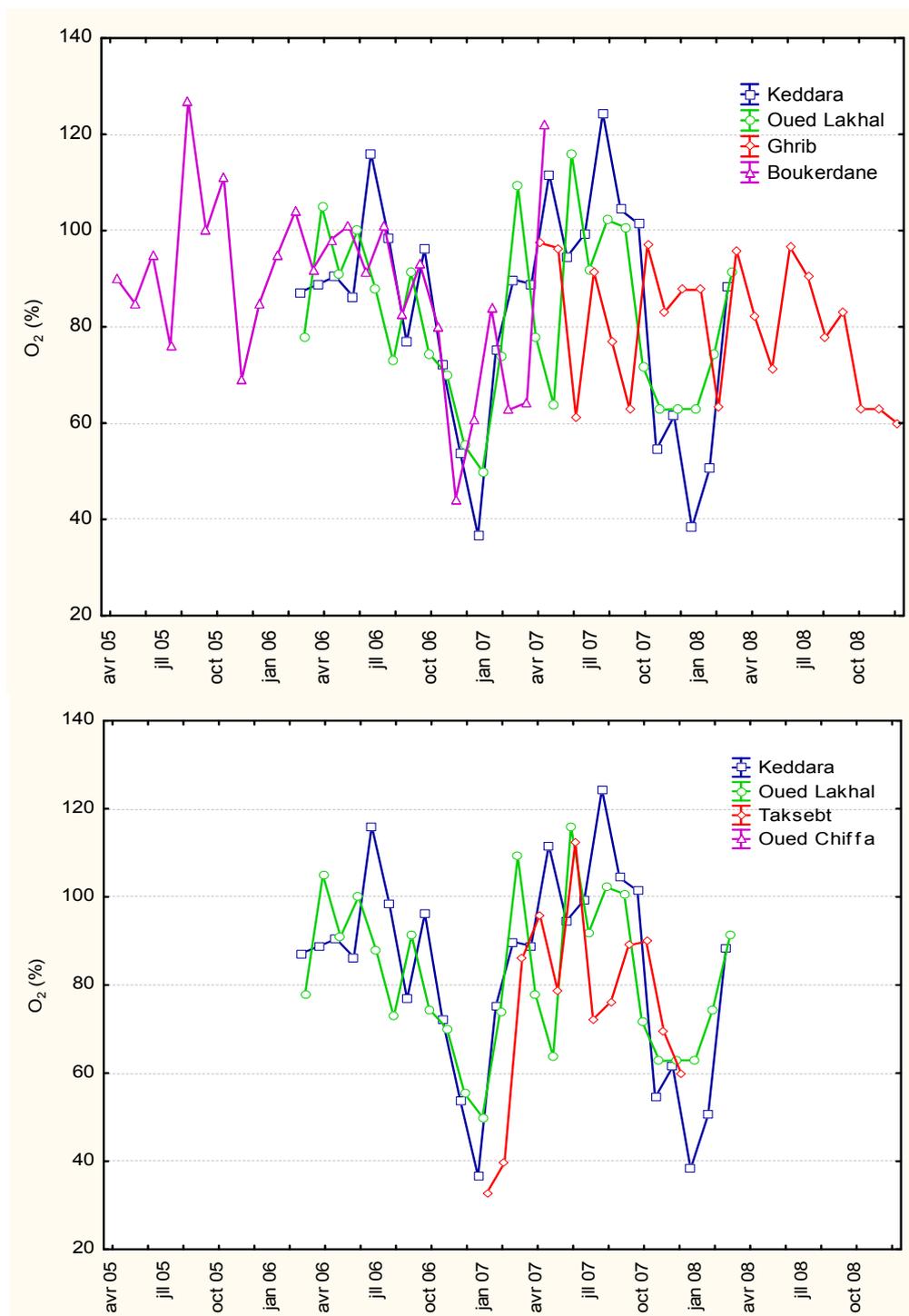
Dans la retenue du barrage de Keddara, les valeurs des nitrates présentent des variations mensuelles. C'est en juillet, août, septembre, octobre et novembre 2007 que les teneurs les plus basses sont enregistrées (inférieures à 5mg/l). Toutefois, on enregistre un pic au mois de mars 2007 (8.97mg/l).

Dans la retenue du barrage de Lakhal, les concentrations en nitrates varient d'un mois à l'autre, elles sont généralement supérieures à 2mg/l. La figure n° 3.5 montre que les teneurs en nitrates enregistrent trois pics, l'un en avril et mai 2006 (12mg/l), l'autre en mars 2007 (10.3mg/l) et le dernier en juin 2007 (10.6mg/l)

C'est en automne et au début de l'hiver (octobre, novembre) que la teneur la plus basse a été constatée; par contre, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au printemps.

Les valeurs des nitrates dans le plan d'eau de Ghrib présentent un maximum en juillet 2007 (11.96mg/l) et un minimum au mois de novembre 2007 (3.2mg/l). Durant la deuxième année d'échantillonnage, les valeurs les plus basses ont été enregistrées de juin à novembre 2008 atteignant 1mg/l en août et en octobre.

Au cours des années 2005 et 2006, dans le lac de Boukourdane, la teneur la plus élevée en nitrates a été observée à la fin de l'été et en automne (11mg/l). Ces valeurs diminuent également en novembre et décembre pour atteindre 2mg/l. Les valeurs les plus basses ont été observées en juillet 2007 (atteignant 0 mg/l) et en janvier 2008.



**Figure 3.4 :** Evolution saisonnière de l'oxygène dissous dans les différents sites d'étude.

Au niveau de l'oued Chiffa, nous avons enregistré une valeur de 3mg/l au cours du mois d'avril 2007.

Les faibles quantités en nitrates peuvent être expliquées probablement par l'activité de la microflore aquatique. En excès, les nitrates favorisent l'eutrophisation du milieu [330 ; 331].

Néanmoins, les valeurs trouvées dans cette étude se rapprochent de celles trouvées par Talling et Talling [332]; Kolo [333]; Adeniji et *al.*, [334 ;335] et Mustapha [336].

En ce qui concerne l'azote ammoniacal, les teneurs présentent une évolution similaire dans l'ensemble des sites étudiés. On note l'apparition d'un pic en période printanière (proche de 1.21mg/l) au niveau de la retenue du barrage de Lakhal et un autre au mois de mai (1.92mg/l) pour la retenue du barrage de Ghrib (Figure 3.7).

La forte consommation printanière des nitrates est due à une activité phytoplanctonique [337] ou à une activité phytoplanctonique et bactérienne conjuguée [338], elle n'est pas compensée immédiatement après l'automne. A la reprise des pluies, les crues des affluents font qu'une bonne partie des nitrates et de l'ammoniaque est étrangère au métabolisme autochtone.

L'instauration d'un milieu oxygéné en hiver, associée à la remontée des couches d'eau profondes entraîne une augmentation des nitrates et d'azote ammoniacal (produits d'excrétion du zooplancton) [339]. Les nitrates et l'azote ammoniacal voient leurs concentrations s'élever à la fin de l'hiver et le début du printemps; leur teneur est inversement proportionnelle à celle des nitrites (Figure 3.6) formant ainsi un système d'équilibre, les nitrites étant immédiatement transformés en nitrates.

Globalement les teneurs en composés azotés enregistrées sont inférieures aux normes (Journal Officiel algérien n° 46, 1993) avec un léger enrichissement en nitrates dans les plans d'eau de Lakhal, de Ghrib et de Boukourdane. Cette présence particulière est le résultat d'une bonne oxygénation des eaux et d'un apport d'azote sous forme d'engrais véhiculé via les eaux de pluie comme l'ont rapportés certains auteurs [229 ; 340].

Les fluctuations saisonnières montrent que souvent les valeurs sont élevées au printemps et en été; ceci est dû probablement aux apports des eaux qui lessivent les terrains pendant la saison pluvieuse et à la minéralisation de la matière organique qui est plus active pendant cette période. Ces mêmes constatations ont été faites par Martinelli et *al.*, [341] dans la rivière Piracicaba (Brésil) et par Swaine et *al.*, [342] au Ghana.

Concernant, l'azote ammoniacal, la référence sur la qualité des eaux a émis la norme de 0.5mg/l pour les organismes tolérants (Journal Officiel algérien n° 46, 1993). Les concentrations de  $\text{NH}_4^+$  varient peu dans l'épilimnion durant la période estivale et demeurent faibles puisque le milieu est bien oxygéné.

Dans l'oued Chiffa, les concentrations en azote ammoniacal suivent approximativement les mêmes variations que dans l'épilimnion des lacs étudiés. Dans les lacs de barrage, l'azote ammoniacal apporté par les différents oueds qui les alimentent se transforme en nitrite puis en nitrate où il se lie probablement aux particules en suspension et précipite au fond des lacs.

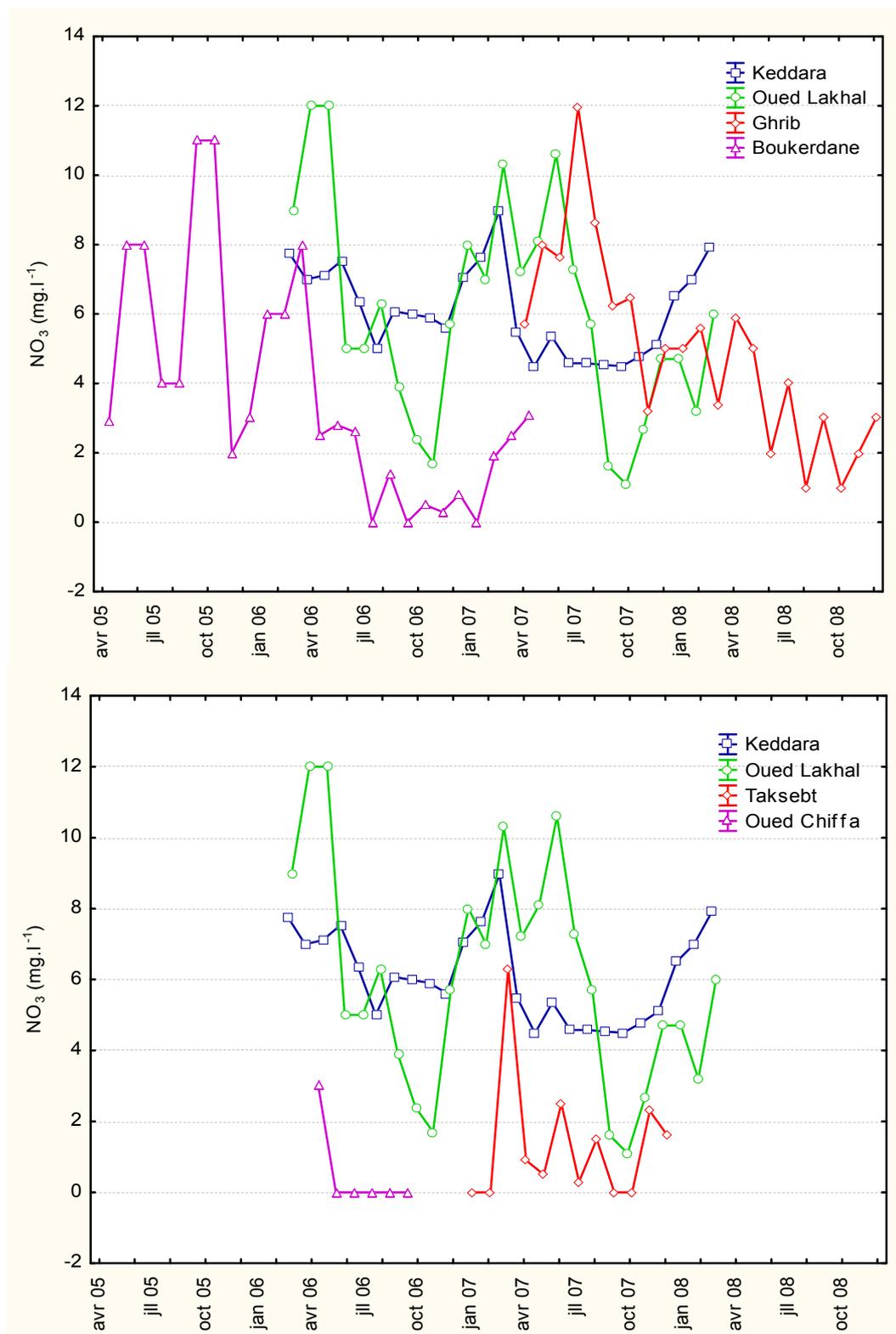


Figure 3.5 : Evolution saisonnière des nitrates dans les différents sites d'étude.

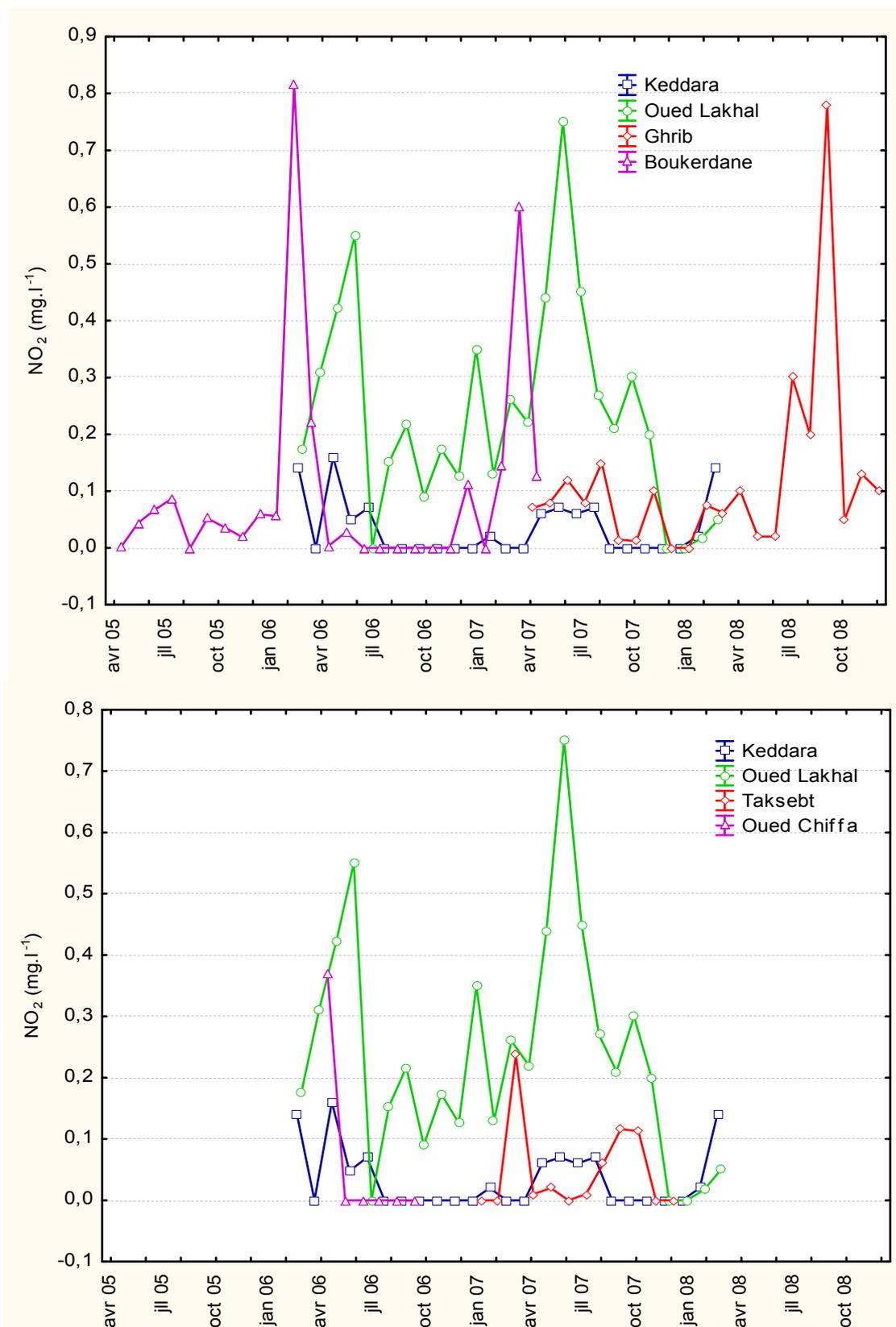


Figure 3.6 : Evolution saisonnière des nitrites dans les différents sites d'étude.

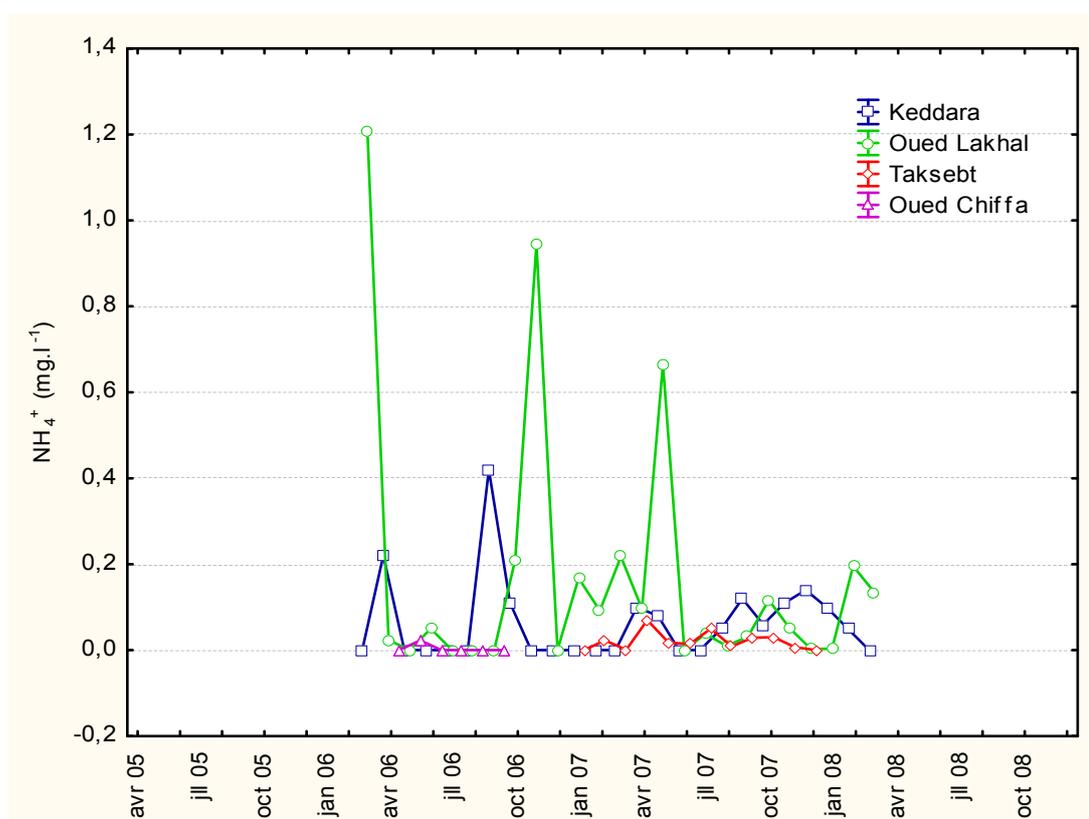
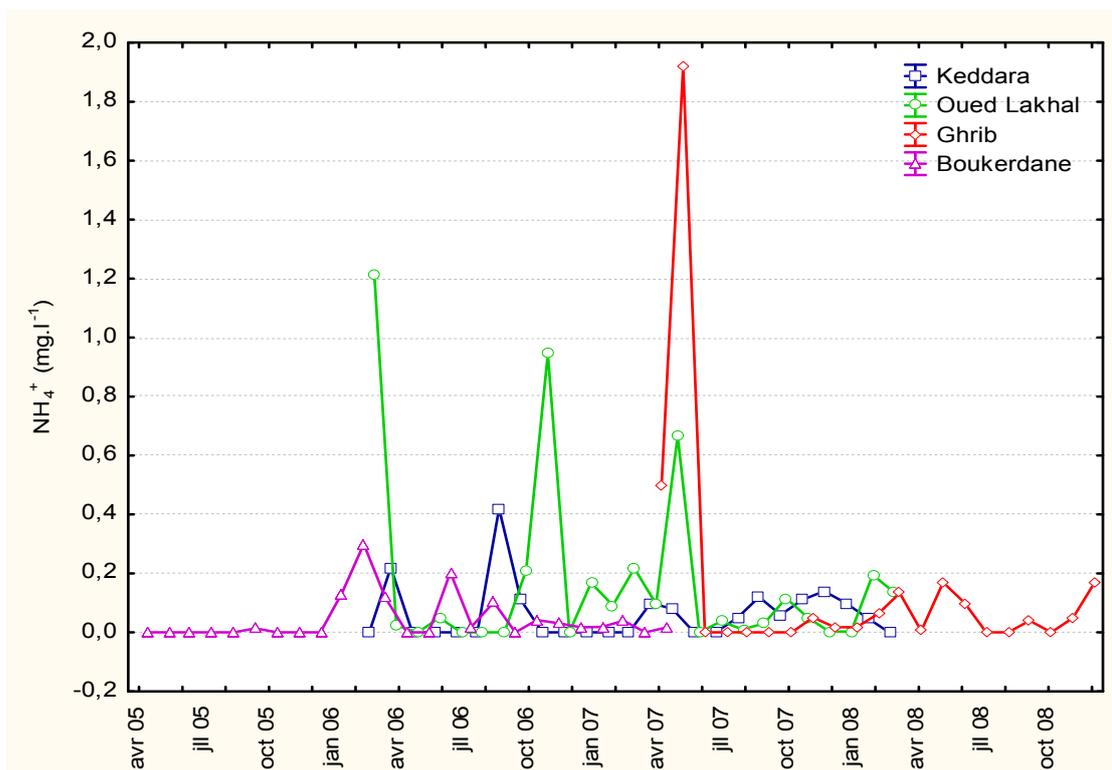


Figure 3.7 : Evolution saisonnière de l'azote ammoniacal dans les différents sites d'étude.

### 3.1.1.6 Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :

Les teneurs mensuelles de l'eau en orthophosphates montrent une évolution similaire pour l'ensemble des sites étudiés. Les valeurs moyennes présentent trois pics dans la retenue du barrage de Boukourdane : l'un en juin 2006 (1.46mg/l), l'autre en août 2006 (2.14mg/l) et le troisième en décembre 2006 (1.16mg/l).

Dans le lac de barrage de Ghrib, deux maxima ont été observés, l'un en mai 2007 (1.07mg/l) et l'autre en avril 2008 (0.64mg/l). Dans l'oued Chiffa, nous n'avons observé qu'un seul pic au mois de mai 2006 (2.77mg/l) (Figure 3.8).

Dans les autres plans d'eau les teneurs les plus basses (inférieures à 1mg/l) sont enregistrées en hiver, en été et en automne.

C'est à l'état d'ions orthophosphates que le phosphore est assimilable par les plantes. A l'état naturel, on retrouve le phosphore dans un grand nombre de roches et de minerais, des engrais phosphatés ou les détergents qui peuvent également contenir le phosphate [343].

La transformation des phosphates en orthophosphates est accélérée par l'augmentation de la température. Ainsi, ces orthophosphates étant peu solubles tendent à précipiter [343], ce qui expliquerait en grande partie les valeurs faibles trouvées au cours de l'échantillonnage, les mêmes tendances ont été observées par Golterman et *al.*, [344].

La présence d'organismes photosynthétiques et l'utilisation des orthophosphates par ces derniers expliqueraient les faibles concentrations dans l'épilimnion. La hausse quelquefois observée en été dans certains barrages pourrait s'expliquer d'une part par le relargage du phosphore des sédiments ce qui a été déjà montré dans les travaux de Bates et Neafus [345] et Bostrom et *al.*, [346] et d'autre part par l'intensité du flux de matière et d'énergie solaire qui circulent au sein du réseau trophique [347].

Dans l'oued Chiffa, des concentrations plus élevées ont été observées surtout au mois de mai 2006, ceci pourrait être expliqué par les effluents provenant de certaines industries ou des stations d'épurations établies à proximité de cet oued.

En Algérie, malgré les efforts notables d'assainissement urbains, les oueds demeurent fréquemment affectés par des concentrations excessives en phosphore ce qui représente un problème dans l'eutrophisation de ces barrages.

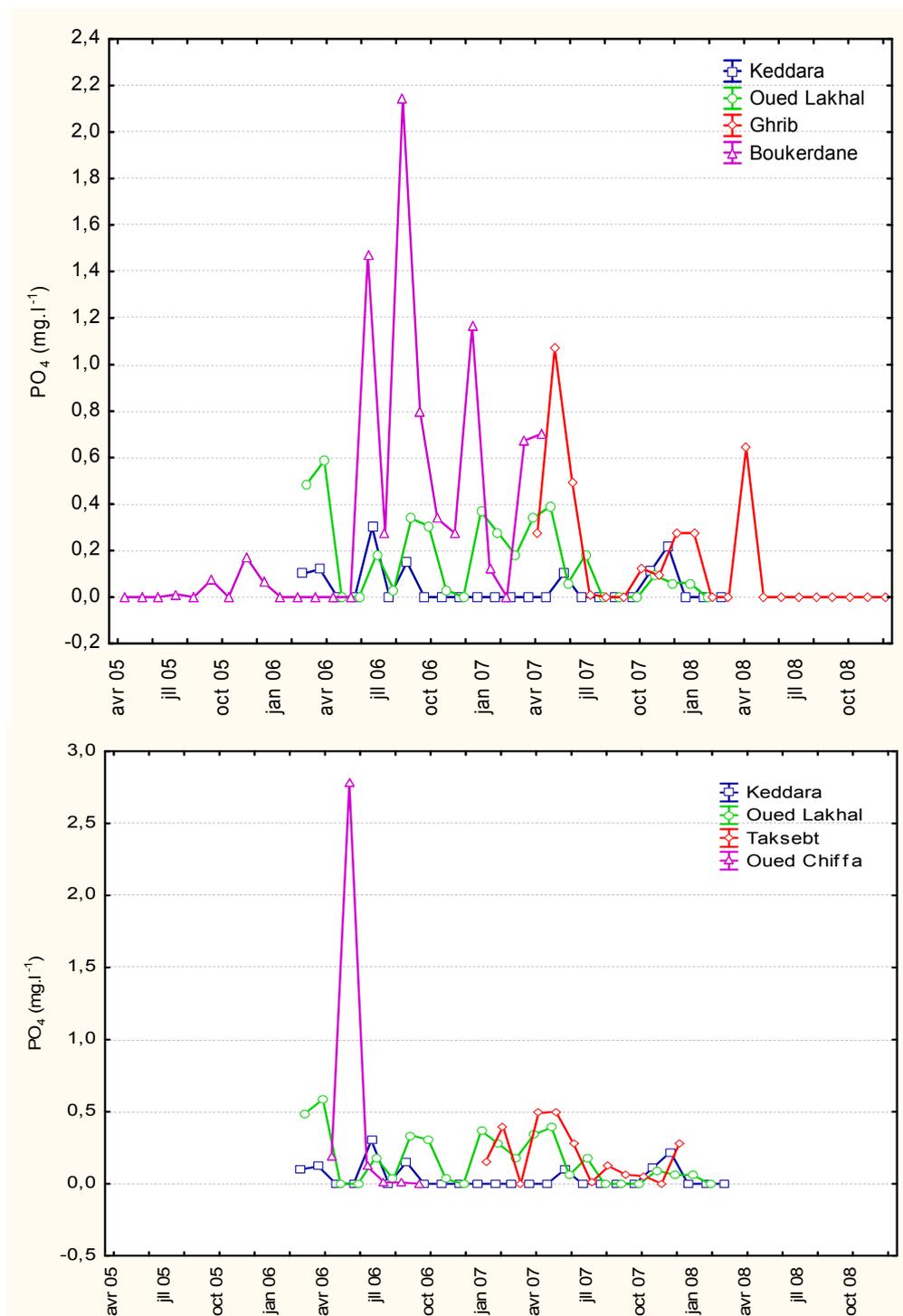


Figure 3.8 : Evolution saisonnière des orthophosphates dans les différents sites.

### 3.1.1.7 Chlorures (Cl<sup>-</sup>) :

Les eaux naturelles contiennent généralement une faible concentration en chlorures, son augmentation provient toujours de la contamination par les eaux usées. Les résultats obtenus (Figure 3.9) montrent que les valeurs de la teneur en chlorures varient d'un site à l'autre et d'un mois à l'autre. Elles oscillent entre un maximum de 695mg/l pour la retenue du barrage de Ghrib et un minimum de 9 mg/l pour la retenue de Taksebt.

Des valeurs élevées allant de 695 mg/l à 348 mg/l ont été rencontrées dans le plan d'eau de Ghrib. Cependant des valeurs moins élevées ont été obtenues à partir du mois de novembre jusqu'au mois de février; ceci est dû à l'apport d'eau douce par les affluents.

Les valeurs minimales ont été enregistrées au niveau de la retenue de Taksebt durant toute la période d'échantillonnage ce qui s'explique probablement par l'apport continue des eaux provenant du massif de Djurdjura.

Dans les autres sites, les valeurs les plus élevées sont notées au printemps et en été puis elles diminuent progressivement vers la fin de l'automne et pendant l'hiver.

Les ions chlorures sont des ions inorganiques importants qui se trouvent à des concentrations variables dans les eaux naturelles, c'est un paramètre qui nous renseigne sur la salinité de l'eau. Selon Vivier [348], l'intense évaporation caractéristique des lacs de barrage de type méditerranéen fait varier la concentration parfois du simple au triple. La teneur élevée en sels, particulièrement à Ghrib s'explique également par la nature du terrain du bassin situé sur un sol salin.

La pollution des oueds par les excréments humains en particulier l'urine, riche en chlorures constituent également une source en chlorures pour ces eaux de surface.

### 3.1.1.8 Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) :

Les sulfates sont très répandus dans les eaux naturelles et proviennent essentiellement de l'érosion considérée comme le principal agent d'enrichissement des eaux de surface par dissolution du gypse ou par oxydation des surfaces des substrats ou de la matière organique des sols. Les

apports d'origine agricole peuvent également constituer une source de sulfates et constituent ainsi le principal agent d'enrichissement des eaux superficielles [138 ;320] .

Les apports d'origine organique peuvent également constituer une source de sulfates. Dans les nappes captives en terrains calcaires, les eaux sont moyennement à très sulfatées et peuvent localement dépasser 1mg/l de sulfates rendant l'eau non potable. D'après la figure 3.10, les concentrations en sulfates sont très variables avec des valeurs élevées qui peuvent dépasser 100 mg/l. Par rapport aux autres barrages étudiés, les teneurs observées dans la retenue du barrage de Taksebt sont très faibles, elles oscillent entre 32 mg/l et 52 mg/l et ne dépassent jamais les 60 mg/l. Mais c'est dans l'oued Chiffa que les valeurs de sulfates sont nulles.

D'une manière générale, on relève cependant une présence très importante des sulfates dans les autres plans d'eaux avec des teneurs qui dépassent parfois les normes algériennes (200 mg/l).

#### 3.1.1.9 Sodium ( $\text{Na}^+$ ) :

Dans la nature, les teneurs en sodium de l'eau sont relativement constantes et ne varient que de l'ordre de quelques dizaines de milligrammes par litre. Indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, le sel peut provenir de la décomposition des sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium, des retombées d'origine marine et de la venue de l'eau salée des nappes aquifères.

La figure 3.11 montre que pour l'ensemble des sites, excepté les retenues des barrages de Keddara et de Ghrib, la teneur de cet élément chimique s'est montrée relativement homogène. Cependant, il faut signaler que les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans les eaux de Taksebt. Il faut également noter que les concentrations du sodium du lac de barrage de Ghrib dépassent largement celles des autres lacs, ceci est dû probablement à l'effet de l'oued Cheliff qui prend sa source dans l'Atlas Saharien d'une part et d'autre part à la nature du bassin situé sur un sol salin; ces facteurs combinés à une forte évaporation des lacs de barrages de type méditerranéen, font varier la concentration ainsi qu'il a été montré, allant parfois du simple au triple [349].

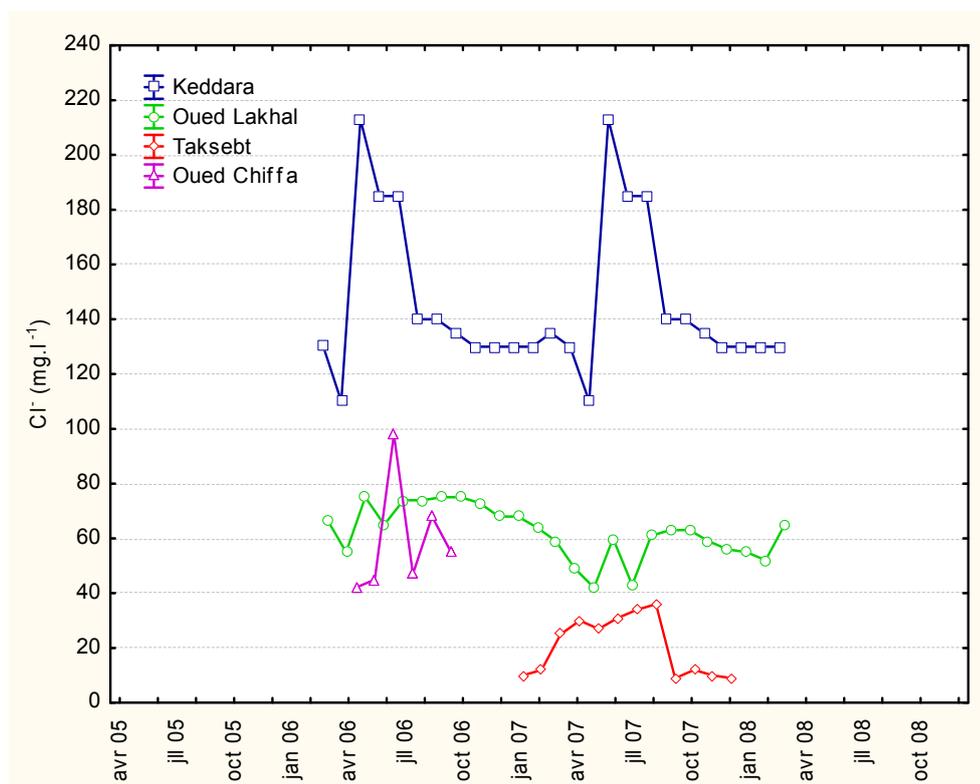
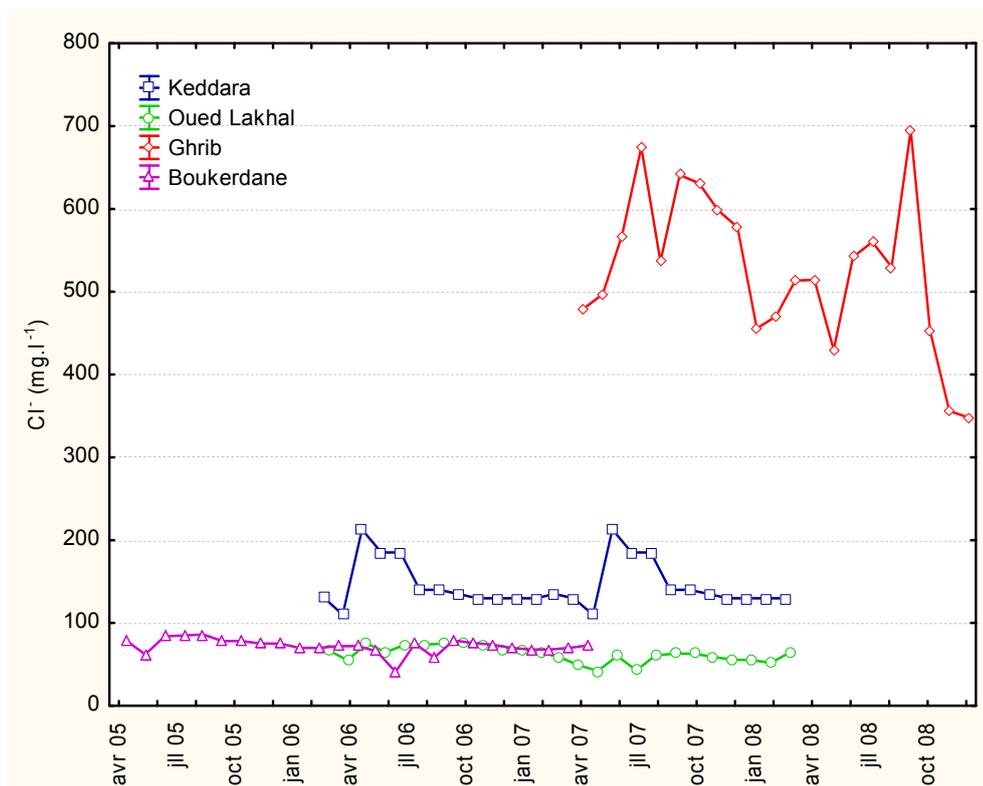
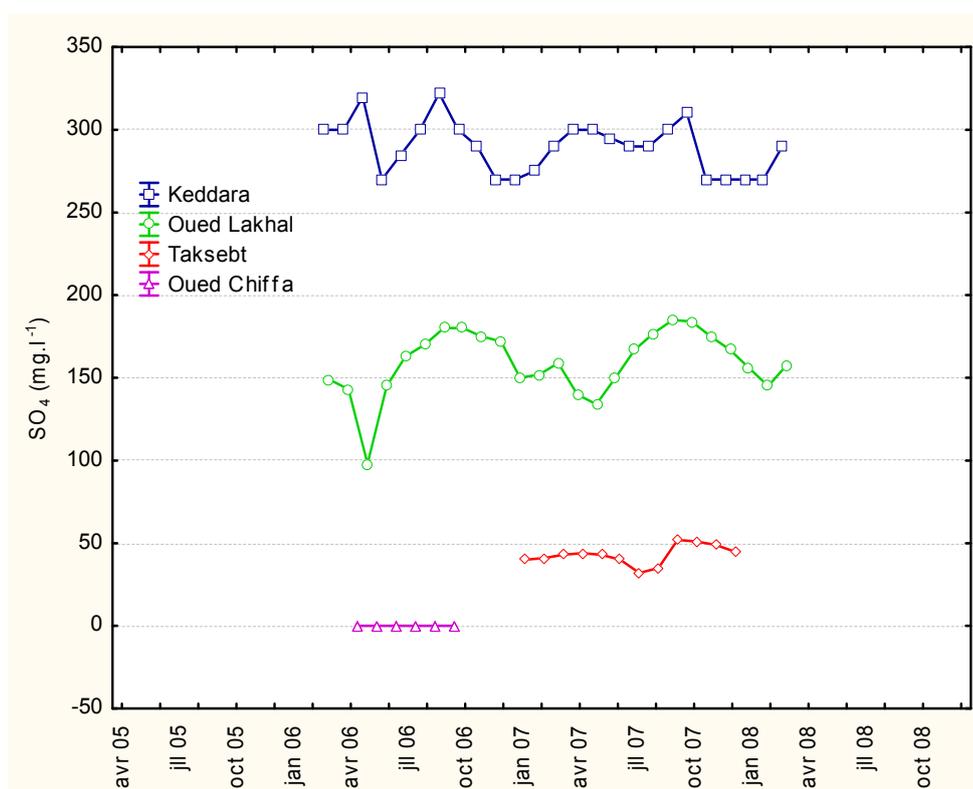
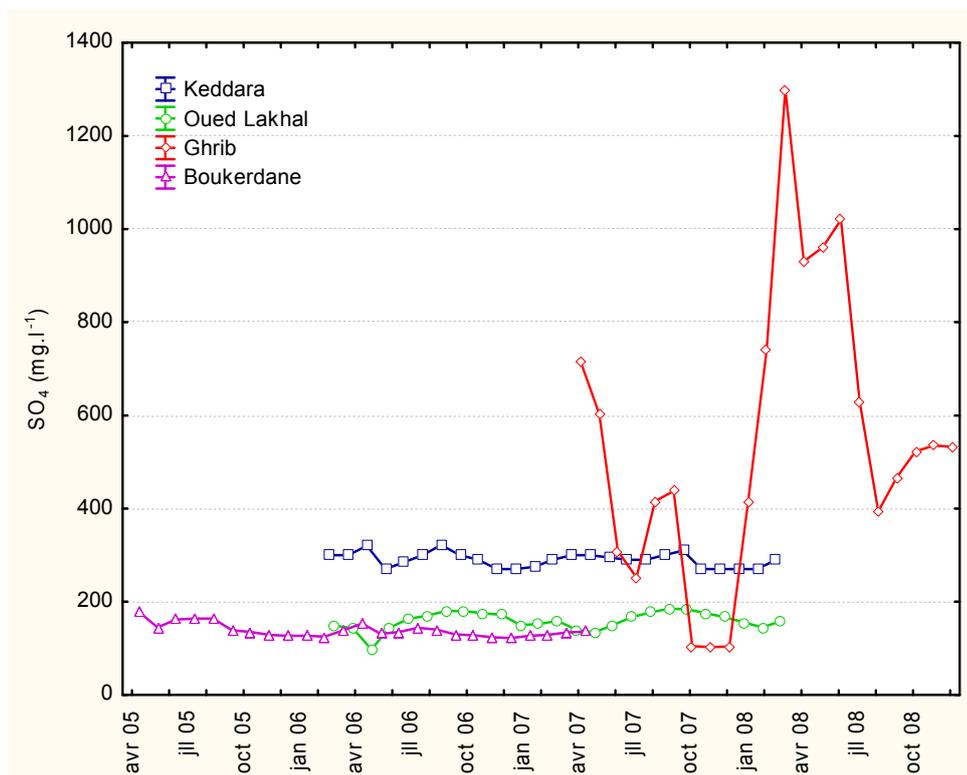


Figure 3.9 : Evolution saisonnière des chlorures dans les différents sites d'étude.



**Figure 3.10 :** Evolution saisonnière des sulfates dans les différents sites d'étude.

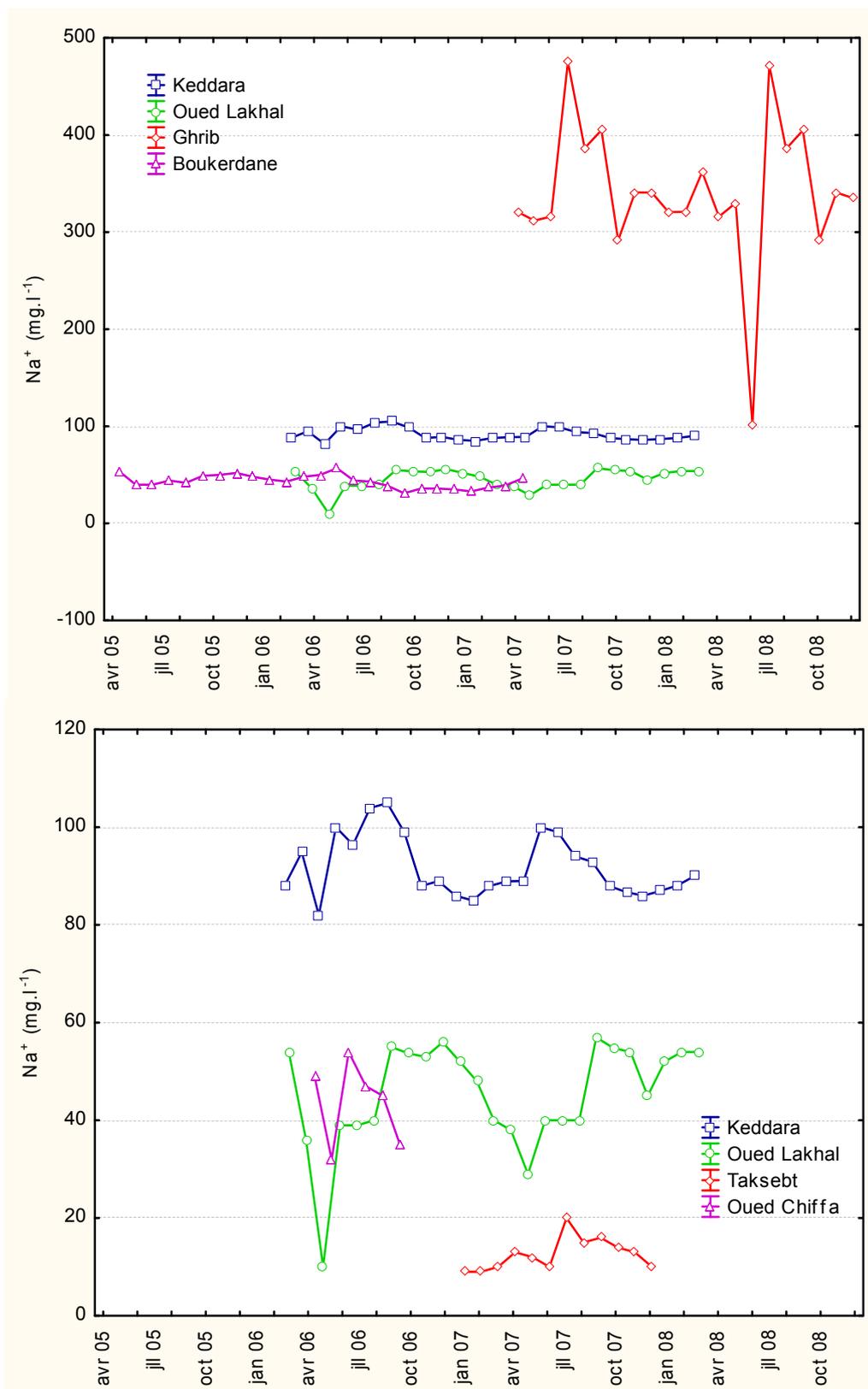


Figure 3.11 : Evolution saisonnière du sodium dans les différents sites d'étude.

### 3.1.1.10 Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) :

Le calcium est l'élément le plus répandu dans la nature (carbonates, etc.). Il tient sa valeur globale de la nature géologique en particulier les grandes masses de roches organogènes [137]. Il y a lieu de remarquer que le taux de  $\text{Ca}^{2+}$  est élevé là où les eaux traversent les faciès carbonatés. Les teneurs en calcium semblent être alors étroitement liées à la nature de terrains traversés. Le calcium est un constituant des squelettes des arthropodes et des coquilles des mollusques.

Le magnésium est également l'un des éléments des plus répandus dans la nature. Il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre. C'est un élément significatif de la dureté de l'eau. La teneur en magnésium dans l'eau dépend de la nature des terrains traversés et peut être élevée dans les eaux passant par les terrains riches en  $\text{MgSO}_4$ . Elle dépend aussi de la présence des roches sédimentaires magnésiennes qui enrichissent les sources existantes dans la région [312].

De plus, l'importance du magnésium dans les eaux continentales est rapprochée à celle du calcium.

Concernant l'évolution du calcium, les résultats (Figure 3.12) montrent que dans la plupart des sites étudiés, les valeurs du calcium montrent un certain degré d'homogénéité. Elles sont comprises entre 38 mg/l et 89 mg/l. Contrairement à la retenue du barrage de Keddara, les concentrations sont plus élevées en juin 2006 et aux mois de juin, juillet et août 2007 et avoisinent les 109 mg/l, une seule exception, sont les valeurs enregistrées en décembre 2006 (67.3 mg/l) et en février 2007 (67 mg/l).

Nos résultats montrent que les teneurs en calcium varient peu le long de l'année ce qui suggère que le calcium est d'origine continentale. Le lessivage des zones calcaires et les apports d'eau douce constitueraient les principaux agents d'enrichissement du milieu en calcaire.

S'agissant du magnésium, une concentration supérieure à 54.77mg/l a été enregistrée en septembre 2006 dans le réservoir de Keddara. Les valeurs enregistrées dans ce site sont relativement plus hétérogènes et oscillent entre une valeur maximale de 54.77 mg/l et une valeur minimale de 26.1mg/l en février 2008 (Figure 3.13). Toutes les autres valeurs avoisinent 50 mg/l.

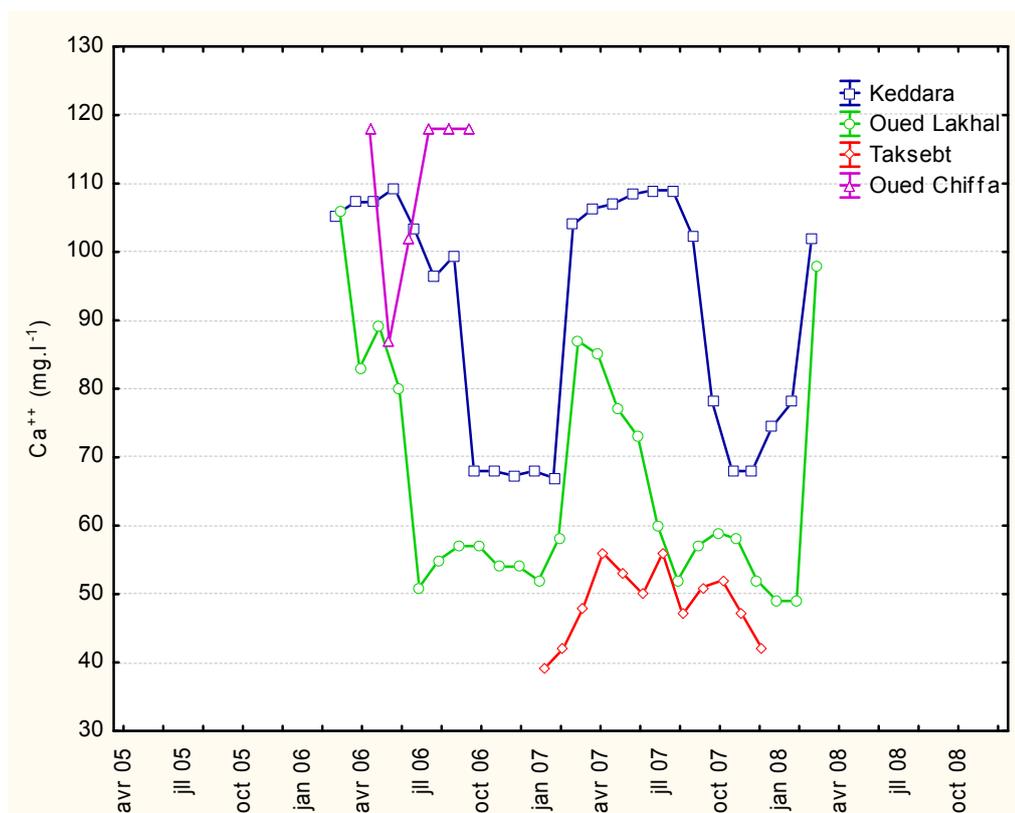
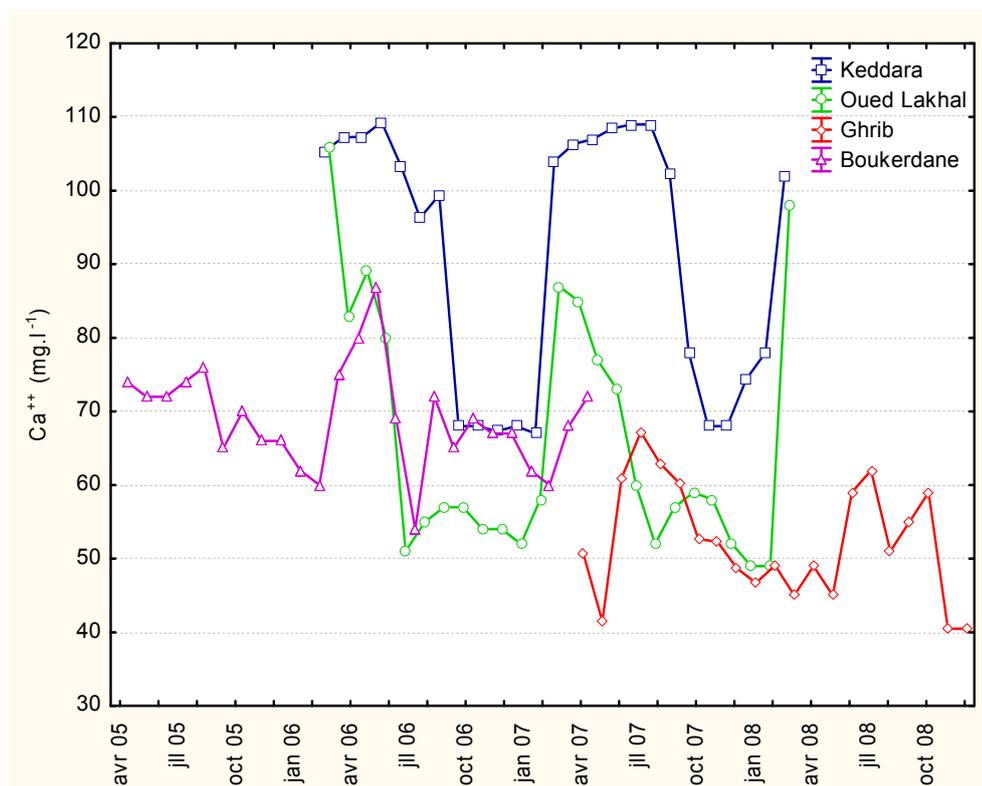
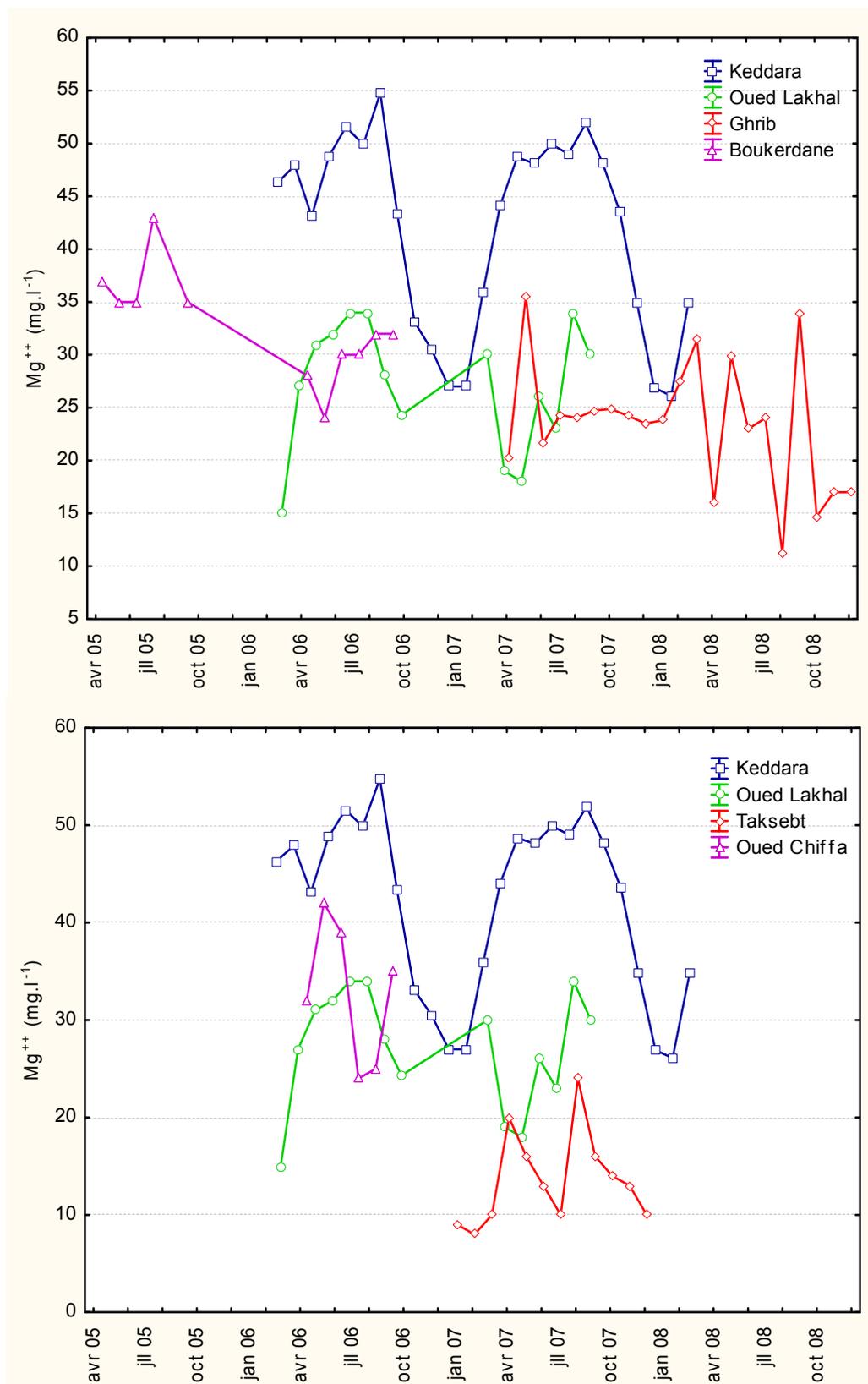


Figure 3.12 : Evolution saisonnière des ions calcium dans les différents sites d'étude.



**Figure 3.13 :** Evolution saisonnière des ions magnésium dans les différents sites d'étude.

#### 3.1.1.11 Matière organique (MO) :

Les teneurs en matière organique ne dépassent généralement pas 10 mg/l, sauf en février et mai 2006 où des teneurs respectives de 11.9 mg/l et 13.3 mg/l sont relevées dans le réservoir de Boukourdane. Les teneurs les plus basses sont observées en générale au cours de la période hivernale sauf pour la retenue de Kedarra où on a noté 0 mg/l au mois d'août 2006 (Figure 3.14). Dans l'oued Chiffa, une diminution de la teneur en MO a été notée à partir du mois de mai, probablement en liaison avec l'augmentation de la température qui accélère le processus de la dégradation de la matière organique par la flore bactérienne.

Dans les eaux naturelles, les matières organiques proviennent de la décomposition de la flore et de la faune aquatique [349 ; 186]. D'après Dussart [138], les matières organiques dans les eaux représentent elles mêmes une source essentielle de substances nutritives directement utilisables par la plupart des organismes, qu'ils soient autotrophes où hétérotrophes.

Les concentrations plus ou moins élevées enregistrées dans certains lacs sont dues probablement aux affluents qui d'après Gasmi et *al.*, [350] et Benamar et *al.*, [351] sont «des oueds qui sont devenus de véritable dépotoir», charriant toutes sortes de rejets liquides et solides.

#### 3.1.1.12 Chlorophylle a :

- Retenue du barrage de Keddara :

Les résultats du dosage de la chlorophylle a, obtenus à partir d'échantillons d'eau prélevés mensuellement au niveau des différents sites d'étude montrent que les teneurs de ce pigment y présentent des variations similaires avec pour caractéristique des teneurs élevées d'avril à août.

Les valeurs maximales relevées durant cette période varient de 9.82 à 35.4 µg/l durant la première année d'étude et de 10.36 à 27.74 µg/l durant l'année suivante. Cependant des valeurs plus faibles au mois de juillet (7.2 µg/l et 10.36 µg/l) a été notée. Plus généralement, les plus faibles valeurs sont relevées à partir de septembre jusqu'au mois de mars (Figure 3.15).

- Retenue du barrage de Lakhal :

Les teneurs en chlorophylle a sont élevées (supérieures à 20 µg/l), nous relevons deux pics, l'un très important de 67.91 µg/l en juin correspondant au développement des chlorophyceae (17666 ind/l) et l'autre de 37.35 µg/l en septembre en corrélation avec le développement des Bacillariophyta (2835ind/l) (Figure 3.94).

- Retenue du barrage de Ghrib :

Les teneurs en chlorophylle a sont comprises entre 0.78 et 7.7 µg/l. Des concentrations supérieures à 4 µg/l sont relevées à partir du mois de mai en corrélation avec les plus fortes densités microalgales enregistrées en ces mois (Figure 3.92). Les faibles valeurs concernent l'automne et l'hiver.

- Retenue du barrage Boukourdane :

Dans le réservoir de Boukourdane, les résultats du dosage de la chlorophylle a font apparaitre deux pics l'un au mois de mai 2005 (13.3 µg/l) et l'autre au mois d'avril 2007 (17.04 µg/l).

Les valeurs dépassant 3 µg/l sont relevées en période estivale et le début de l'automne et celles inférieures à cette concentration sont obtenues de novembre jusqu'à février sauf pour l'année 2007 où nous avons enregistré des valeurs élevées en hiver (janvier, 5.34 µg/l) (Figure 3.15).

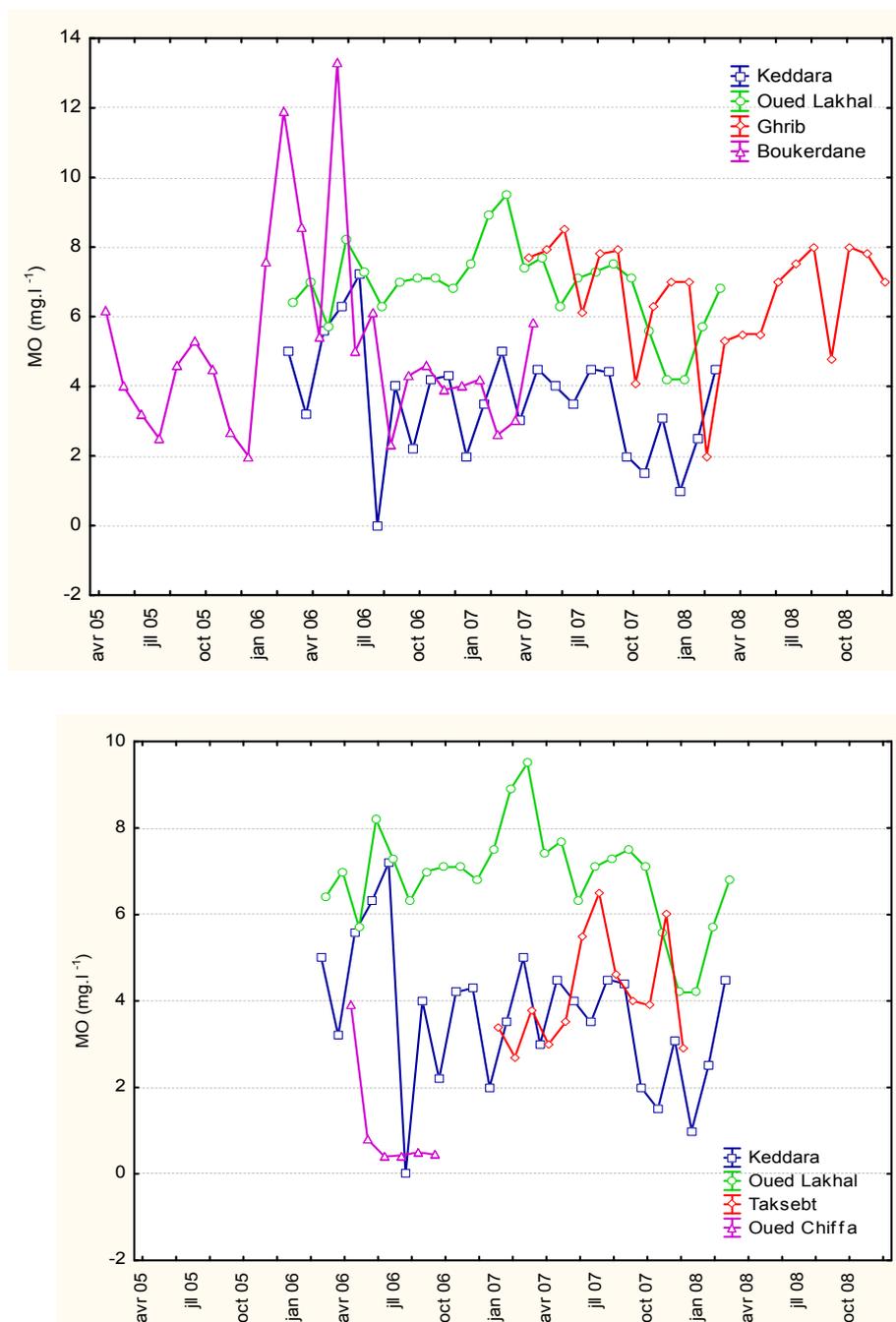
- Retenue du barrage de Taksebt :

Les teneurs en chlorophylle a ne dépassent pas 5.5 µg/l en hiver. Les valeurs les plus élevées sont toutefois relevées en période printanière, estivale et automnale. La valeur la plus élevée a été enregistrée au mois d'avril 68.25 µg/l correspondant au développement maximum des Chlorophyceae (16594 ind/l) (Figure 3.95).

- Oued Chiffa :

Un seul pic important a été enregistré dans l'oued Chiffa correspondant au mois de juillet (82.94 µg/l) en corrélation avec les fortes densités algales des Chlorophyceae et des cyanobactéries.

La teneur en chlorophylle a dans cette étude semble dépendre de la composition des espèces phytoplanctoniques, des éléments nutritifs et des conditions de lumière. Hunter et Laws [352] ont rapporté qu'une faible teneur en éléments nutritifs et une faible luminosité sont à l'origine d'une teneur faible en chlorophylle a. Ce dernier point a été également démontré dans le lac Kinneret par Berman *et al.*, [353].



**Figure 3.14 :** Evolution saisonnière de la matière organique dans les différents sites.

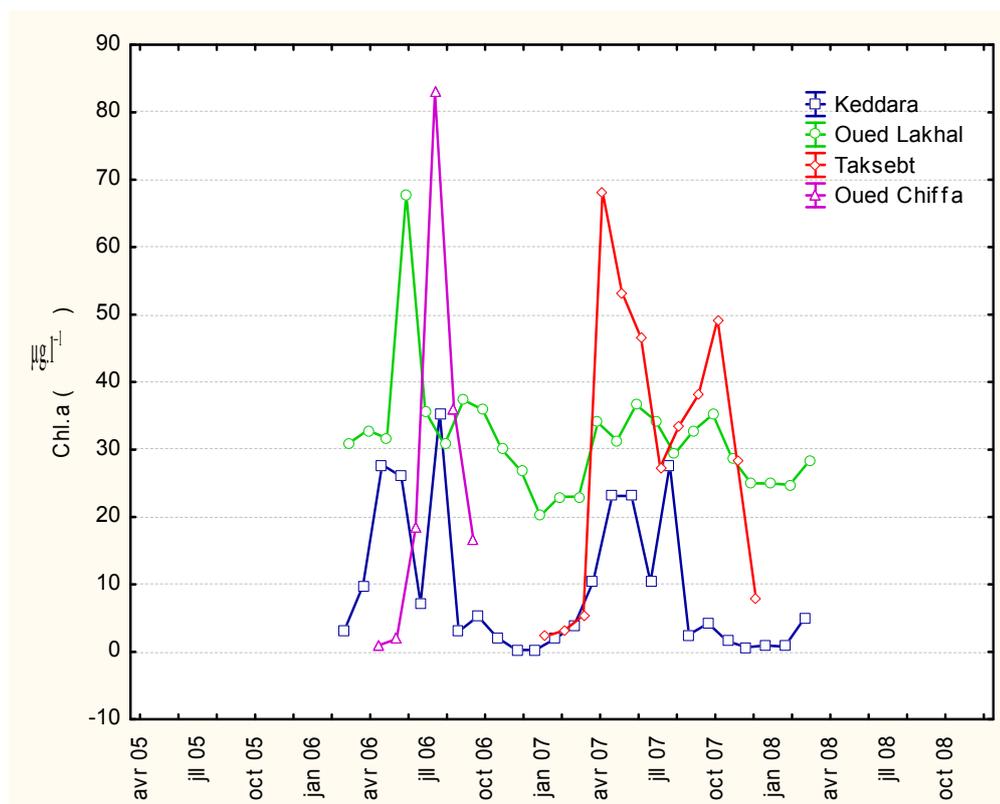
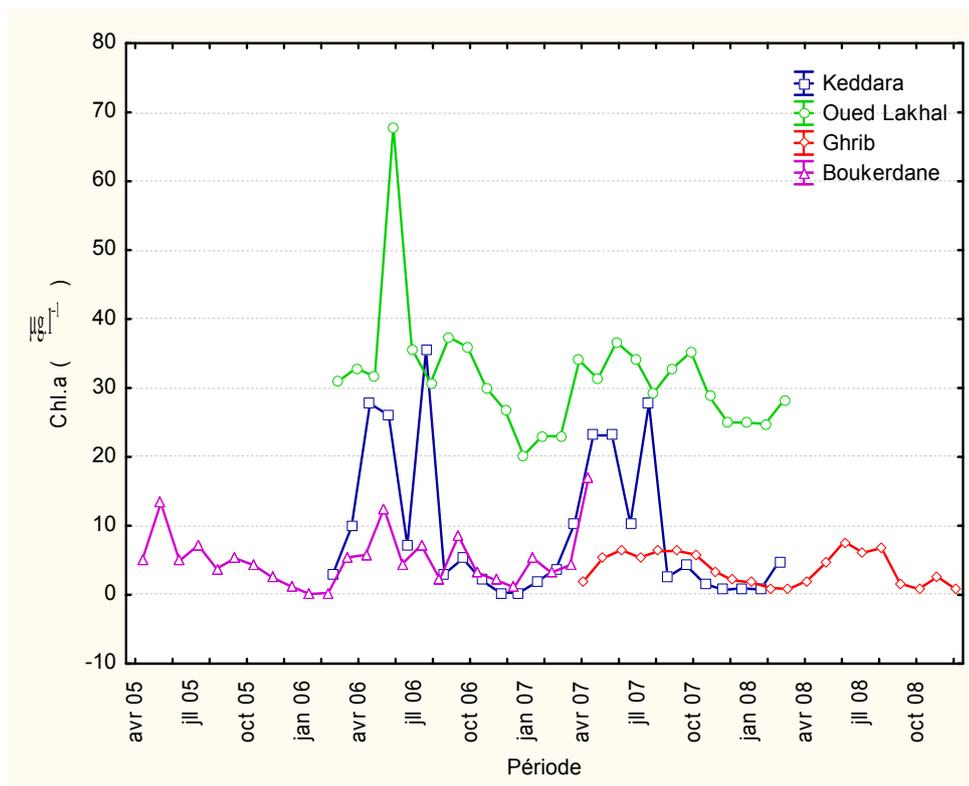


Figure 3.15 : Evolution saisonnière de la chlorophylle a dans les différents sites d'étude.

Une teneur élevée en chlorophylle a été enregistrée dans les retenues de Taksebt et de Lakhal au printemps quand une grande partie du phytoplancton était composé de chlorophycées (Figure 3.95) qui sont connues pour avoir une très haute teneur en chlorophylle a par rapport à d'autres groupes.

### 3.1.2 Méthodes pour l'évaluation de la qualité des plans d'eau :

La qualité de l'eau est évaluée par la qualité physico-chimique et la qualité biologique. La qualité physico-chimique est calculée à l'aide du Système d'Evaluation de la Qualité des eaux littorales [354] et de la grille de qualité élaborée par Benmia et Aouabed [355].

La qualité physico-chimique a été évaluée à l'aide des paramètres suivants :

- ✓ Température, pH, conductivité, oxygène dissous
- ✓ Matières organiques
- ✓ Matières azotées (nitrates, nitrites et azotes ammoniacal)
- ✓ Matières phosphorées qui sont des nutriments pour la croissance des végétaux et qui sont considérés comme les facteurs de maîtrise de la croissance du phytoplancton dans les eaux continentales.

Cette grille de classification internationale a été adoptée par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) :

Classe I : Eau de bonne qualité, utilisée sans exigence particulière, elle est représentée graphiquement par la couleur bleue.

Classe II : Eau de qualité moyenne, utilisée après un simple traitement, représentée en vert.

Classe III : Eau de mauvaise qualité, ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé, elle est représentée en jaune.

Classe IV : Polluée, ne peut être utilisée qu'après un traitement spécifique, elle est représentée en orange.

Classe V : Pollution excessive, elle est représentée en rouge.

Les valeurs obtenues des différentes retenues d'eau (Tableaux 3.1 à 3.6) sont réparties en cinq niveaux de pollution allant du moins pollué (classe I) au plus pollué (classe V)

**Tableau 3.1 :** Grille de classification en fonction des moyennes des variations mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Keddara.

T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
19,80	7,74	1,29	83,42	6,18	0,03	0,04	289,88	146,08	91,24	41,81	91,81	9,45	3,64	0,06
Blue			Green	Red	Blue		Red	Blue	Red	Blue				

**Tableau 3.2 :** Grille de classification en fonction des moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du barrage de l'oued Lakhel.

T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
19,33	7,78	0,68	81,51	6,05	3,34	0,17	158,96	62,40	66,08	27,02	45,34	31,65	6,87	0,17
Blue			Green	Red		Green	Blue		Red	Blue		Green		

**Tableau 3.3 :** Grille de classification en fonction des moyennes des variations mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Ghrib.

T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
18,99	7,72	2,86	80,42	4,93	0,12	0,16	547,07	527,18	52,33	23,45	353,48	3,80	6,60	0,15
Blue			Green	Red	Green		Red			Blue	Red	Blue	Green	

**Tableau 3.4 :** Grille de classification en fonction des moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Boukourdane.

T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
19,87	7,63	0,70	87,80	3,69	0,10	0,33	138,68	72,16	68,96	32,82	43,24	5,23	5,10	0,04
Bleu			Vert	Rouge	Vert	Jaune	Bleu		Rouge	Bleu			Vert	Bleu

**Tableau 3.5 :** Grille de classification en fonction des moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau du lac de Taksebt.

T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
17,93	7,45	0,36	75,16	1,33	0,05	0,19	42,92	20,42	48,58	13,58	12,58	30,32	4,15	0,02
Bleu			Vert	Bleu	Vert		Bleu		Rouge	Bleu		Vert		Bleu

**Tableau 3.6 :** Grille de classification en fonction des moyennes des variations mensuelles des paramètres physico-chimiques au niveau de l'oued Chiffa.

T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
20,08	7,63	0,95	-	0,50	0,06	0,52	0	59,17	110,17	32,83	43,67	26,13	1,09	0,01
Bleu				Bleu	Vert	Orange	Bleu		Rouge	Bleu		Vert	Bleu	

**Légendes :** Très bonne : Bleu; Bonne : Vert; Passable : Jaune; Mauvais : Orange; Très mauvais : Rouge

### 3.1.3 Analyse statistique des paramètres environnementaux :

La description de la distribution temporelle moyenne des différents paramètres de l'environnement enregistrés dans les eaux de surface des différents sites échantillonnés sont portés dans le tableau 3.7. Par ailleurs, une corrélation de Pearson entre les différents groupes de données physico-chimiques est énumérée dans les tableaux.

#### 3.1.3.1 Variabilité mensuelles de la qualité physico-chimique des eaux exprimée par les moyennes :

##### 3.1.3.1.1 Température de l'eau :

La température moyenne des eaux varie entre 8.5 et 33°C pour les retenues d'eau et 15- 22.5 °C pour l'oued pour une moyenne qui oscille entre  $17.93 \pm 1.67$  et  $19.86 \pm 1.04$ °C. La température moyenne du lac du barrage de Keddara est de  $19.86 \pm 1.34$ °C, celle de Ghrib est de  $18.98 \pm 1.14$ °C, de Boukourdane  $19.86 \pm 1.04$ °C. Elle est de  $17.93 \pm 1.67$  pour la retenue de Taksebt et  $20.08 \pm 1.12$ °C pour l'oued Chiffa (voir Appendice 1; Tableau 3.7). Il faut relever que le réservoir de Taksebt est situé dans la région de la Kabylie (Tizi Ouzou) et on y observe une température inférieure. La température de l'eau était significativement plus faible durant la première année d'échantillonnage.

##### 3.1.3.1.2 pH de l'eau :

Le pH de l'eau de surface s'inscrit dans la gamme allant de 5.5 à 9.0 pour l'ensemble des sites échantillonnés.

Le pH moyen des eaux de keddara est de  $7.73 \pm 0.06$ , celui de Lakhal est de  $7.78 \pm 0.06$ , pour Ghrib il est de  $7.72 \pm 0.06$ , Boukourdane  $7.62 \pm 0.07$ . Pour le barrage de Taksebt et l'oued Chiffa, le pH moyen est respectivement de  $7.45 \pm 0.12$  et  $7.62 \pm 0.03$ .

Dans l'ensemble, la variation moyenne mensuelle du pH n'est pas significative. La valeur moyenne maximale ( $8.6 \pm 0.11$ ) a été enregistrée dans le réservoir de Lakhal (voir Appendice 1; Tableau 3.7).

#### 3.1.3.1.3 Conductivité électrique :

La conductivité électrique de l'eau des retenues de barrage varie entre  $0.36 \pm 0.02$  et  $2.85 \pm 0.06$  Ms/cm et de  $0.95 \pm 0.07$  Ms/cm pour l'oued Chiffa. La valeur la plus faible a été enregistrée dans le réservoir de Taksebt. Les eaux sont donc de bonne qualité et peu minéralisées sauf celles de Ghrib où nous avons noté une minéralisation importante avec une valeur maximale de  $3.36 \pm 0.06$  Ms/cm.

Les valeurs moyennes de la conductivité de chaque site sont relativement constantes d'une année à l'autre.

#### 3.1.3.1.4 Oxygène dissous :

Dans l'ensemble des sites, la moyenne en oxygène dissous varie entre  $88.57 \pm 3.80\%$  et  $75.15 \pm 6.97\%$ . La valeur maximale est de  $127.00 \pm 4.40 \%$  et a été enregistrée dans la retenue de Boukourdane suivie par celle de Keddara ( $124.39 \pm 8.97$ ) et par celle de Lakhal ( $116.00 \pm 3.55$ ) (voir Appendice 1; Tableau 3.7).

#### 3.1.3.1.5 Nitrates, nitrites, ions ammonium et orthophosphates :

La valeur maximale des nitrates a été mesurée dans le réservoir de Lakhal ( $12 \pm 0.62$ mg/l). Les retenues de Ghrib et de Boukourdane ont présenté des valeurs de  $11.96 \pm 0.59$  mg/l et  $11 \pm 0.66$  mg/l. La plus faible moyenne a été trouvée dans l'oued Chiffa ( $3 \pm 0.50$  mg/l).

Leur variabilité est importante dans la zone d'étude (Figure 2.3). Les points d'eau pollués par les nitrates se retrouvent dans les zones densément peuplées ou dans les stations littorales proches des terrains cultivés.

Pour les ions ammonium, les valeurs maximales sont en général inférieures à 0.5 mg/l sauf au niveau des lacs de barrages de Lakhal ( $1.21 \pm 0.06$  mg/l) et de Ghrib ( $1.92 \pm 0.09$  mg/l).

Les faibles teneurs en phosphates se présentent sous forme de traces avec moins de 0.60mg/l dans les retenues de Keddara ( $0.30 \pm 0.01$ mg/l), de Lakhal ( $0.58 \pm 0.03$ mg/l) et de Taksebt ( $0.50 \pm 0.05$  mg/l). La valeur moyenne maximale est enregistrée dans le réservoir de Boukourdane ( $2.14 \pm 0.10$  mg/l). L'oued Chiffa se distingue des autres sites par une valeur maximale de  $2.77 \pm 0.45$  mg/l (voir Tableau 3.7) .

### 3.1.3.1.6 Sulfates, chlorures, magnésium, sodium et matière organique :

Les sulfates sont également présents, leur teneur moyenne maximale varie entre  $185 \pm 3.90$  mg/l et  $322 \pm 3.18$  mg/l au niveau des lacs de barrages de Keddara, de Lakhal et de Boukourdane. La plus faible moyenne maximale a été enregistrée dans le la retenue de barrage de Taksebt ( $52 \pm 1.72$  mg/l), tandis que le maximum de  $1300 \pm 68.94$  mg/l a été noté au niveau du lac de barrage de Ghrib. Nous n'avons décelé aucune trace de sulfates dans l'oued Chiffa.

La teneur moyenne en chlorures des réservoirs varie entre un minimum de  $9 \pm 3.15$  mg/l et un maximum de  $695 \pm 20.26$  mg/l. Pour l'oued Chiffa, cette teneur varie entre  $42 \pm 8.65$  mg/l et  $98 \pm 8.65$  mg/l. C'est l'un des éléments majeurs du milieu qui détermine le faciès chimique de l'eau dans la région. Les teneurs moyennes de magnésium sont comprises entre  $8 \pm 1.38$  mg/l et  $54.77 \pm 1.84$  mg/l pour les barrages et entre 24 et  $42 \pm 2.98$  mg/l pour l'oued Chiffa.

Quand au sodium les teneurs sont comprises entre  $900 \pm 0.95$  mg/l et  $475.30 \pm 16.45$  mg/l pour les réservoirs et entre 2.00 mg/l et  $54.00 \pm 3.46$  mg/l pour l'oued Chiffa.

Concernant la matière organique (MO), 50% des teneurs moyennes sont inférieures à 5 mg/l. Des teneurs moyennes supérieures sont relevées dans les sites suivants : Boukhourdane ( $13.30 \pm 0.55$  mg/l), Lakhal ( $9.5 \pm 0.24$  mg/l), Ghrib ( $8.5 \pm 0.35$  mg/l) et Keddara ( $7.2 \pm 0.33$  mg/l). Ces moyennes élevées sont certainement dues aux animaux et à une pollution domestique. Les valeurs les moins élevées ont été observées dans les stations de l'oued Chiffa (voir Appendice 1; Tableau 3.7).

### 3.1.3.1.7 Chlorophylle a :

Les valeurs moyennes de la chlorophylle a sont relativement constantes d'une année sur l'autre pour les retenues de Keddara, Boukourdane, Lakhal, Ghrib et Taksebt. Les teneurs moyennes en chlorophylle a sont comprises entre  $3,80 \pm 0,52$  µg/l pour le réservoir de Ghrib et  $31,65 \pm 1,78$  µg/l pour le réservoir de Lakhal. Le plus faible nombre d'individus/l a été récolté à Ghrib alors que les plus fortes densités ont été enregistrées à Lakhal (Figure 3.92).

**Tableau 3.7 :** Valeurs moyennes physico-chimiques ainsi que l'erreur standard (SE) des sites étudiés.

Variable		2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	Moyenne globale
T (°C)	Keddara	21,25 ± 0,25	19,00 ± 0,58	20,26 ± 1,89	19,66 ± 2,58	20,78 ± 2,32	19,86 ± 1,34
	Oued Lakhal		14,50 ± 3,01	19,43 ± 1,75	20,65 ± 2,25		19,32 ± 1,29
	Ghrib		19,59 ± 1,59	17,05 ± 3,45	18,25 ± 1,40		18,98 ± 1,14
	Boukerdane		19,92 ± 1,69	19,94 ± 0,96	21,50 ± 1,81		19,87 ± 1,04
	Taksebt		21,25 ± 2,75	21,25 ± 2,75			17,93 ± 1,67
Oued Chiffa					20,08 ± 1,12		
pH	Keddara	7,80 ± 0,00	7,93 ± 0,01	7,82 ± 0,05	7,58 ± 0,13	7,89 ± 0,09	7,73 ± 0,06
	Oued Lakhal		7,90 ± 0,17	7,69 ± 0,10	7,86 ± 0,11		7,78 ± 0,06
	Ghrib		7,75 ± 0,13	7,41 ± 0,12	7,61 ± 0,09		7,72 ± 0,06
	Boukerdane		7,79 ± 0,04	7,32 ± 0,15	7,54 ± 0,18		7,63 ± 0,07
	Taksebt		7,60 ± 0,00	7,63 ± 0,05			7,45 ± 0,12
Oued Chiffa					7,62 ± 0,03		
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	Keddara	0,82 ± 0,07	1,23 ± 0,003	1,28 ± 0,02	1,31 ± 0,03	2,82 ± 0,11	1,29 ± 0,02
	Oued Lakhal		0,75 ± 0,05	0,65 ± 0,01	0,69 ± 0,02		0,68 ± 0,01
	Ghrib		0,70 ± 0,03	3,02 ± 0,33	2,85 ± 0,07		2,86 ± 0,06
	Boukerdane		0,66 ± 0,01	0,32 ± 0,04	0,38 ± 0,02		0,70 ± 0,01
	Taksebt		1,00 ± 0,00	0,92 ± 0,11			0,36 ± 0,02
Oued Chiffa					0,95 ± 0,07		
O <sub>2</sub> (%)	Keddara	87,50 ± 2,50	88,81 ± 0,97	83,51 ± 6,54	81,71 ± 8,97	76,26 ± 5,53	83,42 ± 4,66
	Oued Lakhal		91,33 ± 7,97	77,22 ± 5,03	83,70 ± 6,09		81,50 ± 3,56
	Ghrib		96,09 ± 4,41	96,90 ± 0,50	80,10 ± 3,70		80,42 ± 2,99
	Boukerdane		0,00 ± 0,00	80,56 ± 6,54	81,24 ± 6,58		88,57 ± 3,80
	Taksebt		0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00			75,16 ± 6,57
Oued Chiffa					0,00 ± 0,00		
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara	5,45 ± 2,55	7,29 ± 0,24	6,35 ± 0,36	5,48 ± 0,38	2,28 ± 0,42	6,11 ± 0,26
	Oued Lakhal		11,00 ± 1,00	5,88 ± 0,71	4,76 ± 0,90		6,04 ± 0,63
	Ghrib		5,69 ± 0,92	6,84 ± 1,13	6,16 ± 0,69		4,93 ± 0,59
	Boukerdane		1,19 ± 0,35	1,54 ± 1,20	1,17 ± 0,40		3,69 ± 0,66
	Taksebt		1,50 ± 1,50	0,00 ± 0,00			1,32 ± 0,52
Oued Chiffa					0,50 ± 0,50		
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara	0,02 ± 0,02	0,10 ± 0,05	0,01 ± 0,007	0,03 ± 0,01	0,22 ± 0,09	0,03 ± 0,01
	Oued Lakhal		0,30 ± 0,07	0,22 ± 0,04	0,22 ± 0,07		0,23 ± 0,03
	Ghrib		0,07 ± 0,005	0,07 ± 0,005	0,06 ± 0,01		0,11 ± 0,03
	Boukerdane		0,08 ± 0,05	0,05 ± 0,04	0,04 ± 0,02		0,09 ± 0,03
	Taksebt		0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00			0,04 ± 0,02
Oued Chiffa					0,06 ± 0,06		
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara	0,00 ± 0,00	0,07 ± 0,03	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,04 ± 0,01
	Oued Lakhal		0,36 ± 0,18	0,20 ± 0,04	0,05 ± 0,02		0,16 ± 0,03
	Ghrib		0,02 ± 0,01	0,67 ± 0,40	0,16 ± 0,06		0,15 ± 0,06
	Boukerdane		0,72 ± 0,19	0,31 ± 0,09	0,11 ± 0,04		0,33 ± 0,11
	Taksebt		1,48 ± 1,29	0,03 ± 0,02			0,19 ± 0,05
Oued Chiffa					0,51 ± 0,45		
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara	161,50±16,5	306,37±6,67	289,33±4,66	285,50±4,62	585,94±77,26	289,88±3,19
	Oued Lakhal		130,00±16,09	160,00±4,56	166,40 ±4,40		158,96±3,90
	Ghrib		141,25 ± 4,42	658,71±56,59	505,78±112,91		547,07±68,94
	Boukerdane		131,73 ± 2,03	42,20 ± 0,73	43,42 ± 3,00		138,68 ± 2,95
	Taksebt		0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00			42,91±1,72
Oued Chiffa					0,00 ± 0,00		
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara	70,50 ± 8,50	151,33±31,42	140,00±6,45	151,80±9,66	497,71±46,37	146,08±5,87
	Oued Lakhal		65,66 ± 5,81	65,50 ± 3,09	57,70 ± 2,07		62,40 ± 1,92
	Ghrib		75,9 1 ±1,86	488,12 ± 8,87	550,88 ± 22,39		527,18±20,27
	Boukerdane		75,9 1 ±1,86	68,36 ± 3,20	20,14 ± 4,83		72,16 ± 1,85
	Taksebt		43,50 ± 1,50	20,80 ± 4,09			20,41 ± 3,15
Oued Chiffa		67,00 ± 11,20			59,16 ± 8,65		
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara	73,00 ± 1,00	106,63 ± 0,64	88,67 ± 5,44	89,72 ± 5,63	52,42 ± 3,35	91,24 ± 3,55
	Oued Lakhal		92,66 ± 6,89	63,92 ± 4,01	60,70 ± 4,70		66,08 ± 3,38
	Ghrib		71,08 ± 2,26	46,10 ± 4,65	53,31 ± 2,19		52,33 ± 1,71
	Boukerdane		71,08 ± 2,26	65,90 ± 1,63	49,28 ± 1,68		68,96 ± 1,39
Taksebt					48,58 ± 1,58		

	Oued Chiffa		102,50±15,50	114,00 ± 4,00			110,17 ± 5,32
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara		45,78 ± 1,41	41,22 ± 2,89	41,34 ± 3,09	20,13 ± 2,86	41,81 ± 1,84
	Oued Lakhel		24,33 ± 4,81	27,41 ± 2,25	28,25 ± 2,39		27,02 ± 1,57
	Ghrib			27,90 ± 7,65	24,64 ± 1,13		23,45 ± 1,35
	Boukerdane	36,00 ± 1,00	33,00 ± 3,27	31,00 ± 0,57			32,81 ± 1,52
	Taksebt			12,60 ± 2,31	14,28 ± 1,81		13,58 ± 1,38
Oued Chiffa		37,00 ± 5,00	30,75 ± 3,70			32,83 ± 2,98	
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara		88,31 ± 3,71	93,19 ± 2,08	91,19 ± 1,62	333,11±44,40	91,80 ± 1,26
	Oued Lakhel		33,33 ± 12,77	45,22 ± 2,53	49,07 ± 2,21		45,34 ± 2,17
	Ghrib			316,50 ± 4,50	350,47 ± 14,62		341,45±16,45
	Boukerdane	47,00 ± 7,00	47,33 ± 1,37	38,09 ± 1,41			43,24 ± 1,35
	Taksebt			10,60 ± 0,81	14,00 ± 1,32		12,58 ± 0,95
Oued Chiffa		40,50 ± 8,50	45,25 ± 3,92			43,66 ± 3,46	
Chl.a (µg.l <sup>-1</sup> )	Keddara		13,52 ± 7,38	9,90 ± 3,38	7,69 ± 3,11	3,77 ± 1,13	9,45 ± 2,16
	Oued Lakhel		31,79 ± 0,58	32,99 ± 3,56	29,99 ± 1,41		31,65 ± 1,78
	Ghrib			3,64 ± 1,61	3,85 ± 0,64		3,80 ± 0,52
	Boukerdane	9,15 ± 4,15	4,44 ± 0,98	5,35 ± 1,34			5,22 ± 0,81
	Taksebt			26,48 ± 14,21	33,05 ± 5,25		30,31 ± 6,35
Oued Chiffa		1,40 ± 0,50	38,49 ± 15,44			26,13 ± 12,51	
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara		4,60 ± 0,72	3,85 ± 0,56	3,10 ± 0,41	7,16 ± 0,42	3,64 ± 0,33
	Oued Lakhel		6,36 ± 0,37	7,57 ± 0,26	6,18 ± 0,38		6,87 ± 0,24
	Ghrib			7,80 ± 0,10	6,08 ± 0,52		6,60 ± 0,35
	Boukerdane	5,10 ± 1,10	5,96 ± 1,06	4,16 ± 0,36			5,10 ± 0,55
	Taksebt			3,28 ± 0,19	4,77 ± 0,48		4,15 ± 0,36
Oued Chiffa		2,36 ± 1,56	0,44 ± 0,02			1,08 ± 0,57	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	Keddara		0,07 ± 0,07	0,05 ± 0,03	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,06 ± 0,01
	Oued Lakhel		0,41 ± 0,39	0,20 ± 0,09	0,05 ± 0,02		0,17 ± 0,06
	Ghrib			1,21 ± 0,71	0,03 ± 0,01		0,15 ± 0,09
	Boukerdane	0,00 ± 0,00	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,01			0,04 ± 0,01
	Taksebt			0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,006		0,02 ± 0,006
Oued Chiffa		0,01 ± 0,01	0,00 ± 0,00			0,003 ± 0,003	

### 3.1.3.2 Matrice de corrélation entre les variables physico-chimiques:

L'examen de la matrice de corrélation entre les variables basée sur le coefficient de Pearson a été calculé par le logiciel STATISTICA (Appendice 1). Des corrélations significatives aux niveaux 0.5; 0.1 et 0.01 sont affichées dans les tableaux 3.8 à 3.13.

Ces tableaux révèlent la présence :

- D'un premier ensemble de variables constitué de descripteurs bien corrélés entre eux, les coefficients  $\geq 0.70$  sont indiqués pour faciliter l'interprétation; il s'agit :

- ✚ Pour la retenue de Keddara; corrélation très significative

Température et conductivité électrique

Température et oxygène dissous

Température et Mg<sup>2+</sup>

Température et Na<sup>+</sup>

Oxygène dissous et Ca<sup>2+</sup>

Oxygène dissous et  $Mg^{2+}$

Conductivité électrique et  $Na^+$

✚ Pour la retenue de Lakhal; corrélation très significative

$Na^+$  et sulfates

$Ca^{2+}$  et température

Nitrates et sulfates

Sulfates et  $Ca^{2+}$

Azote ammoniacal et  $Mg^{2+}$

✚ Pour la retenue de Ghrib; corrélation très significative

Température et conductivité électrique

Orthophosphates et ammoniacque

✚ Pour la retenue de Boukourdane; corrélation très significative pH et  $Na^+$

Conductivité électrique et  $Na^+$

Orthophosphates et Azote ammoniacal

✚ Pour la retenue de Taksebt; corrélation très significative

Température et conductivité électrique

Température et  $Na^+$

Conductivité électrique et  $Ca^{2+}$

Conductivité électrique et  $Mg^{2+}$

Conductivité électrique et chlorophylle a

Oxygène dissous et  $Ca^{2+}$

Oxygène dissous et chlorophylle a

$Ca^{2+}$  et chlorophylle a

$Ca^{2+}$  et Azote ammoniacal

$Mg^{2+}$  et chlorophylle a

$Cl^-$  et sulfates

✚ Pour l'oued Chiffa

Conductivité électrique et  $Mg^{2+}$

Nitrates et matière organique

Nitrites et matière organique

Température et nitrates

Température et nitrites

Température et matière organique

Azote ammoniacal et  $Ca^{2+}$

- Par contre, les autres éléments montrent des corrélations faiblement significatives, les coefficients de moins 0.5 sont indiqués :

✚ Pour la retenue de Keddara ; corrélation faiblement significative

Température et pH

Température et  $\text{Cl}^-$

Température et matière organique

pH et oxygène dissous

pH et sulfates

pH et  $\text{Mg}^{2+}$

pH et chlorophylle a

Conductivité électrique et  $\text{Ca}^{2+}$

Conductivité électrique et chlorophylle a

Oxygène dissous et  $\text{Na}^+$

Oxygène dissous et chlorophylle a

✚ Pour la retenue de Ghrib; corrélation faiblement significative

Température et pH

Conductivité électrique et  $\text{Cl}^-$

$\text{Mg}^{2+}$  et azote ammoniacal

✚ Pour la retenue de Boukourdane; corrélation faiblement significative

Température et orthophosphates

Conductivité électrique et matière organique

$\text{Cl}^-$  et  $\text{Mg}^{2+}$

$\text{Cl}^-$  et nitrites

Conductivité électrique et nitrites

pH et nitrates

✚ Pour la retenue de Taksebt; corrélation faiblement significative

Température et oxygène dissous

Température et  $\text{Mg}^{2+}$

Température et chlorophylle a

Conductivité électrique et azote ammoniacal

Oxygène dissous et  $\text{Mg}^{2+}$

Oxygène dissous et  $\text{Cl}^-$

$\text{Cl}^-$  et  $\text{Mg}^{2+}$

$\text{Cl}^-$  et chlorophylle a

Cl<sup>-</sup> et Ca<sup>2+</sup>

✚ Pour l'oued Chiffa

Ca<sup>2+</sup> et chlorophylle a

L'analyse de Pearson a permis de faire ressortir deux paramètres majeurs: la température et la conductivité électrique qui ont été positivement corrélés avec la plupart des variables.

La température influence de nombreux processus chimiques et biologiques et donc les conditions de vie et la distribution des peuplements aquatiques. Comprendre le régime thermique des plans d'eau est donc très important notamment pour la gestion des ressources aquatiques et de la pêche [356] et Webb et *al.*, [357]. Une corrélation significative a été trouvée entre les valeurs du pH et la température à la limite de confiance de 95% et 99.99% ( $r=0.58$ ;  $r=0.49$ ;  $r=0.48$  et  $r=0.31$ ) pour respectivement l'oued Chiffa, les lacs Ghrib, Keddara et Taksebt. Ceci peut être attribué à la croissance du phytoplancton stimulée par la hausse de la température par le phénomène de photosynthèse, la consommation du CO<sub>2</sub> est stimulée ce qui provoque une élévation du pH. Ce résultat coïncide avec les données rapportées par Nasser [358] dans le canal du Suez et par Nasser et Hamed [359] dans la baie de Suez.

La corrélation positive entre la température et la matière organique peut s'expliquer par l'effet direct de la température sur la décomposition due à l'activité microbienne.

Selon Carvalho et *al.*, [360], une hausse de la température peut entraîner deux à trois fois plus l'activité bactérienne et par conséquent diminuer les concentrations de l'oxygène dissous.

Des études ont montré que les grands lacs exposés aux vents ont une distribution plus uniforme de l'oxygène dans l'eau [361]. Alors que les lacs plus petits, sont plus influencés par les zones littorales et par conséquent sont assujetties à la hausse des apports allochtones de la matière organique. L'apport continu et la décomposition des détritiques allochtones tendent à diminuer

les concentrations de l'oxygène [362]. Ces travaux expliqueraient les faibles valeurs de corrélation entre la matière organique et l'oxygène dissous ( $r= 0,44^{***}$ , dans le réservoir de Keddara;  $r= 0,22^{***}$  dans le réservoir de Lakhal;  $r= -0,10^{***}$  dans le réservoir de Ghrib;  $r= 0,32^{***}$  dans la retenue du barrage de Taksebt). Exception est faite pour le retenue de Boukourdane où on a noté une corrélation très significative entre ces deux paramètres avec  $r= 0,62^{***}$  à la limite de confiance de 99.99%.

La corrélation non significative entre la matière organique et la conductivité électrique dans ces réservoirs s'expliqueraient selon Taniguchi et *al.*, [363]; Thomaz et *al.*, [364] et Townsend [365] ainsi: la conductivité électrique lorsqu'elle est associée de façon négative ou très faiblement significative avec l'oxygène dissous ceci reflèterait le processus de la décomposition ceci a été le cas pour certains plans d'eau comme Keddara où  $r= 0,53^{**}$ , Lakhal,  $r= 0,41^{***}$ , Ghrib,  $r= 0,19^{***}$ , Boukourdane  $r= -0,02^{***}$ . L'augmentation des taux de décomposition de la matière organique diminue la teneur en oxygène dissous. Cette observation a été surtout notée en période de pluies lorsque la décomposition de la matière organique augmente dans les oueds qui alimentent ces retenues. Ce processus aboutit rapidement à un changement de la qualité de l'eau, à l'augmentation de la teneur en ions due à la lixiviation des détritiques et une diminution de l'oxygène dissous en raison des respirations microbiennes [366 ;360 ; 367 ;368].

La corrélation significative entre le pH et l'oxygène dissous dans le lac de barrage de Keddara ( $r= 0,49^{***}$ ) indique que la production de l'oxygène dissous se fait essentiellement par l'activité photosynthétique. Cette observation a déjà été rapportée dans les travaux de Nayak et *al.*, [369] dans le lac Chilika (Inde). Alors que les corrélations faibles obtenus pour les autres retenues la plus faible et négative étant celle du lac de barrage de Lakhal ( $r= - 0,21^{***}$ ) pourrait s'expliquer par une faible ventilation de l'eau dans ces lacs.

La corrélation entre la température et les nitrates  $r=- 0,90^{***}$  montre que dans l'oued Chiffa, les nitrates ont une autre origine, elles proviendraient des eaux usées.

Sunitha et *al.*, [370], ont estimé que la conductivité électrique peut être corrélée très significativement avec de nombreux paramètres de la qualité : chlorures, sodium, sulfates, magnésium etc.... Les mêmes observations ont été faites par Dash et *al.*, [371] et Usharani et *al.*, [372] dans la rivière Noyyal (Inde) et Chauhan et *al.*, [373] dans le lac Golden Key (Pennsylvanie) où tous les ions ont été corrélés positivement avec la conductivité électrique ( $r \geq 0.831$ ). En général, la conductivité électrique peut être considérée comme une expression de la concentration des nutriments dans l'eau qui influe directement sur le phytoplancton.

Le magnésium est souvent associé au calcium mais sa concentration reste généralement inférieure à celle du calcium [374]. La corrélation la plus significative a été enregistrée dans le réservoir de Keddara ( $r = 0.69^{***}$ ) et le réservoir de Taksebt ( $r = 0.44^{***}$ ).

Le magnésium est essentiel pour la croissance du phytoplancton [375]. Par conséquent, un épuisement des concentrations de  $Mg^{2+}$  réduit la population phytoplanctonique car il est nécessaire aux végétaux chlorophylliens, il agit comme un oligoélément.

Les orthophosphates ont été corrélés significativement avec l'azote ammoniacal dans la plupart des réservoirs avec trois valeurs significativement élevées  $r = 1,00^{***}$ ,  $r = 0,79^{***}$  et  $r = 0,73^{***}$  pour respectivement l'oued Chiffa, les lacs de Boukourdane et de Ghrib. L'urine et les fèces excrétées par les animaux et les hommes constituent une source de phosphore. L'azote ammoniacal est un indicateur de la contamination des sources d'eau par la matière organique [376] et provient principalement du métabolisme. L'origine commune de ces deux éléments expliquerait cette corrélation.

Les rejets d'eaux domestiques constituent également une autre source de pollution des eaux par l'azote ammoniacal et par les orthophosphates. Les analyses statistiques ont montré une corrélation négative ou non significative entre le pH et les orthophosphates, ce qui suggère que la solubilité du phosphore est dépendante du pH [377].

Une corrélation étroite entre la chlorophylle a et l'oxygène dissous a été trouvée dans les retenues de Taksebt et de Keddara ( $r= 0,75^{***}$  et  $r= 0,57^{***}$ ). Un tel résultat est en accord avec celui de Abdallah et *al.*, [378]; Gharib [379]; Nasser [358] et Nasser et Hamed [359]. Selon Abdalla et *al.*, [380], une valeur élevée de l'oxygène dissous est le résultat d'une densité phytoplanctonique élevée, et est régie par l'activité photosynthétique de la flore algale [381].

La relation positive entre la chlorophylle a et le pH peut être expliquée selon Wetzel [382] par la photosynthèse depuis l'assimilation du  $\text{CO}_2$  qui augmente les valeurs de pH. Alors que la corrélation positive entre ce paramètre (pH) et la conductivité électrique pourrait également être un mécanisme de causalité, puisque les bicarbonates selon Thomaz et *al.*, [383] sont significativement liés à la conductivité et peuvent influencer sur la photosynthèse et la biomasse du phytoplancton. En outre, les éléments nutritifs sont transportés à partir d'autres cours d'eau qui alimentent les lacs étudiés ici et sont plus élevées à la fin de l'hiver et pendant le printemps.

**Tableau 3.8 :** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (\* =  $P < 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.01$ ; \*\*\* =  $P < 0.001$ ) dans le barrage de Keddara

Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	Mo	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00														
pH	0,48*	1,00													
CE	0,79***	0,33***	1,00												
O <sub>2</sub>	0,79***	0,49*	0,53**	1,00											
NO <sub>3</sub>	-0,39***	-0,01***	-0,36***	-0,27***	1,00										
NO <sub>2</sub>	0,16***	0,15***	0,12***	0,37***	0,27***	1,00									
PO <sub>4</sub>	0,09***	-0,18***	0,18***	0,06***	-0,04***	0,04***	1,00								
SO <sub>4</sub>	0,54***	0,43***	0,18***	0,60***	-0,15***	0,27***	-0,02***	1,00							
Cl <sup>-</sup>	0,47***	0,27***	0,68***	0,39***	-0,09***	0,51***	0,12***	0,17***	1,00						
Ca <sup>++</sup>	0,69***	0,51***	0,46***	0,70***	0,05***	0,54***	0,06***	0,52***	0,45***	1,00					
Mg <sup>++</sup>	0,87***	0,41***	0,66***	0,77***	-0,43***	0,19***	0,30***	0,65***	0,38***	0,69***	1,00				
Na <sup>+</sup>	0,73***	0,20***	0,77***	0,42***	-0,23***	-0,11***	0,19***	0,29***	0,29***	0,41***	0,65***	1,00			
Chl.a	0,57***	0,34***	0,46***	0,57***	-0,21***	0,37***	-0,17***	0,33***	0,55***	0,60***	0,51***	0,40***	1,00		
Mo	0,28***	0,27***	0,19***	0,44***	0,32***	0,56***	0,27***	0,14***	0,44***	0,52***	0,27***	0,02***	0,13***	1,00	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,14***	0,25***	-0,07***	-0,08***	-0,20***	-0,38***	0,34***	0,36***	-0,31***	0,01***	0,31***	0,31***	-0,22***	-0,18***	1,00

**Tableau 3.9 :** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (\* =  $P < 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.01$ ; \*\*\* =  $P < 0.001$ ) dans le barrage de Lakhel

Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	Mo	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00														
pH	-0,24***	1,00													
CE	-0,36***	0,23***	1,00												
O <sub>2</sub>	0,12***	-0,21***	0,41***	1,00											
NO <sub>3</sub>	-0,34***	0,21***	0,16***	0,25***	1,00										
NO <sub>2</sub>	0,34***	-0,17***	-0,07***	0,44***	0,46***	1,00									
PO <sub>4</sub>	-0,58***	0,14***	-0,03***	-0,34***	0,24***	-0,26***	1,00								
SO <sub>4</sub>	0,31***	0,09***	0,20***	0,08***	-0,74***	-0,43***	-0,09***	1,00							
Cl <sup>-</sup>	-0,09***	-0,25***	0,14***	-0,00***	-0,29***	-0,42***	-0,27***	0,16***	1,00						
Ca <sup>++</sup>	-0,74***	0,10***	0,24***	0,00***	0,68***	0,28***	0,40***	-0,71***	-0,22***	1,00					
Mg <sup>++</sup>	0,45***	-0,33***	0,03***	0,45***	-0,20***	-0,10***	-0,69***	0,22***	0,52***	-0,54***	1,00				
Na <sup>+</sup>	-0,06***	0,01***	0,30***	0,01***	-0,66***	-0,39***	0,20***	0,84***	0,17***	-0,30***	-0,16***	1,00			
Chl.a	0,30***	-0,55***	-0,26***	0,11***	-0,29***	0,36***	-0,23***	-0,07***	0,12***	-0,00***	0,16***	0,04***	1,00		
Mo	-0,11***	-0,05***	0,00***	0,22***	-0,18***	-0,08***	0,01***	0,25***	-0,34***	0,02***	0,09***	0,19***	0,10***	1,00	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,60***	0,25***	0,32***	-0,47***	0,17***	-0,12***	0,53***	-0,17***	-0,16***	0,59***	-0,73***	0,20***	-0,18***	-0,01***	1,00

**Tableau 3.10 :** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (\* =  $P < 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.01$ ; \*\*\* =  $P < 0.001$ ) dans le barrage de Ghrib

Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	Mo	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00														
pH	0,49***	1,00													
CE	0,71***	0,52***	1,00												
O <sub>2</sub>	-0,06***	0,08***	0,19***	1,00											
NO <sub>3</sub>	0,21***	-0,09***	0,37***	0,20***	1,00										
NO <sub>2</sub>	0,61***	0,43***	0,30***	0,01***	-0,19***	1,00									
PO <sub>4</sub>	-0,17***	-0,09***	0,17***	0,26***	0,37***	-0,15***	1,00								
SO <sub>4</sub>	-0,22***	0,42***	0,03***	0,11***	-0,24***	-0,06***	-0,01***	1,00							
Cl <sup>-</sup>	0,58***	0,17***	0,46***	0,39***	0,38***	0,36***	-0,04***	-0,39***	1,00						
Ca <sup>++</sup>	0,64***	0,23***	0,31***	0,05***	0,35***	0,16***	-0,28***	-0,28***	0,67***	1,00					
Mg <sup>++</sup>	0,20***	-0,05***	0,53***	0,37***	0,35***	0,24***	0,20***	0,18***	0,35***	-0,07***	1,00				
Na <sup>+</sup>	0,52***	0,05***	0,20***	-0,09***	0,33***	0,38***	-0,18***	-0,30***	0,31***	0,24***	0,09***	1,00			
Chl.a	0,52***	0,39***	0,67***	0,17***	0,30***	-0,08***	0,04***	-0,19***	0,41***	0,53***	0,01***	-0,02***	1,00		
Mo	0,22***	0,11***	0,08***	-0,10***	-0,08***	-0,12***	0,20***	-0,19***	-0,15***	0,17***	-0,40***	0,03***	0,35***	1,00	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,04***	-0,02***	0,37***	0,32***	0,23***	-0,08***	0,73***	0,14***	-0,17***	-0,40***	0,44***	-0,14***	0,06***	0,18***	1,00

**Tableau 3.11 :** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (\* =  $P < 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.01$ ; \*\*\* =  $P < 0.001$ ) dans le barrage de Boukourdane

Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	Mo	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00														
pH	-0,50***	1,00													
CE	-0,51***	0,55***	1,00												
O <sub>2</sub>	-0,26***	0,19***	-0,02***	1,00											
NO <sub>3</sub>	-0,22***	0,43***	0,26***	0,03***	1,00										
NO <sub>2</sub>	0,03***	0,33***	0,40***	-0,32***	0,69***	1,00									
PO <sub>4</sub>	0,49***	-0,49***	-0,61***	-0,29***	-0,42***	-0,50***	1,00								
SO <sub>4</sub>	-0,24***	0,36***	0,55***	-0,33***	0,16***	0,31***	-0,44***	1,00							
Cl <sup>-</sup>	0,13***	-0,05***	0,39***	0,06***	0,19***	0,47***	-0,65***	0,51***	1,00						
Ca <sup>++</sup>	-0,66***	0,41***	0,67***	-0,11***	0,07***	0,17***	-0,19***	0,13***	-0,10***	1,00					
Mg <sup>++</sup>	0,28***	-0,07***	0,20***	-0,70***	0,37***	0,61***	-0,19***	0,64***	0,48***	-0,22***	1,00				
Na <sup>+</sup>	-0,56***	0,78***	0,74***	0,35***	0,14***	0,01***	-0,44***	0,27***	-0,00***	0,54***	-0,24***	1,00			
Chl.a	-0,30***	0,12***	0,22***	0,10***	0,09***	0,21***	-0,50***	-0,29***	0,03***	0,26***	-0,20***	0,09***	1,00		
Mo	-0,42***	0,39***	0,48***	0,62***	-0,14***	-0,21***	-0,33***	-0,30***	-0,11***	0,43***	-0,67***	0,70***	0,51***	1,00	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,15***	-0,10***	-0,47***	-0,16***	-0,22***	-0,39***	0,79***	-0,35***	-0,84***	-0,15***	-0,21***	-0,14***	-0,46***	-0,17***	1,00

**Tableau 3.12:** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (\* =  $P < 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.01$ ; \*\*\* =  $P < 0.001$ ) dans le barrage de Taksebt

Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	Mo	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00														
pH	0,31***	1,00													
CE	0,72***	0,28***	1,00												
O <sub>2</sub>	0,45***	0,14***	0,67***	1,00											
NO <sub>3</sub>	-0,29***	-0,13***	0,05***	0,32***	1,00										
NO <sub>2</sub>	0,12***	-0,55***	0,26***	0,33***	0,58***	1,00									
PO <sub>4</sub>	-0,45***	0,10***	-0,14***	-0,02***	-0,29***	-0,49***	1,00								
SO <sub>4</sub>	-0,06***	-0,58***	-0,08***	0,21***	-0,03***	0,29***	-0,08***	1,00							
Cl <sup>-</sup>	0,30***	0,57***	0,64***	0,49***	0,24***	0,01***	0,16***	-0,70***	1,00						
Ca <sup>++</sup>	0,54***	0,26***	0,72***	0,75***	-0,05***	0,15***	0,05***	0,01***	0,57***	1,00					
Mg <sup>++</sup>	0,47***	0,25***	0,86***	0,49***	-0,10***	0,05***	0,17***	0,01***	0,48***	0,44***	1,00				
Na <sup>+</sup>	0,85***	0,33***	0,69***	0,30***	-0,30***	0,06***	-0,41***	-0,16***	0,35***	0,68***	0,37***	1,00			
Chl.a	0,43***	0,25***	0,70***	0,75***	-0,24***	-0,10***	0,33***	0,21***	0,43***	0,81***	0,70***	0,40***	1,00		
Mo	0,59***	0,62***	0,36***	0,32***	0,14***	-0,10***	-0,58***	-0,30***	0,37***	0,37***	0,03***	0,59***	0,15***	1,00	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,30***	0,31***	0,41***	0,35***	-0,41***	-0,16***	0,28***	-0,05***	0,35***	0,76***	0,31***	0,55***	0,64***	0,05***	1,00

**Tableau 3.13 :** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques pour les trois niveaux de signification (\* =  $P < 0.05$ ; \*\* =  $P < 0.01$ ; \*\*\* =  $P < 0.001$ ) dans le barrage de l'Oued Chiffa

Variable	T	pH	CE	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	Mo	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00													
pH	0,54***	1,00												
CE	-0,46***	-0,74***	1,00											
NO <sub>3</sub>	-0,90***	-0,14***	0,14***	1,00										
NO <sub>2</sub>	-0,90***	-0,14***	0,14***	1,00***	1,00									
PO <sub>4</sub>	0,02***	-0,15***	0,18***	-0,15***	-0,15***	1,00								
SO <sub>4</sub>							1,00							
Cl <sup>-</sup>	0,31***	0,06***	0,40***	-0,40***	-0,40***	-0,32***		1,00						
Ca <sup>++</sup>	-0,11***	0,20***	-0,48***	0,29***	0,29***	-0,88***		-0,13***	1,00					
Mg <sup>++</sup>	-0,31***	-0,71***	0,83***	-0,06***	-0,06***	0,64***		0,20***	-0,80***	1,00				
Na <sup>+</sup>	-0,10***	0,38***	0,13***	0,31***	0,31***	-0,64***		0,54***	0,36***	-0,34***	1,00			
Chl.a	0,66***	0,60***	-0,59***	-0,40***	-0,40***	-0,43***		-0,03***	0,44***	-0,76***	0,27***	1,00		
Mo	-0,90***	-0,15***	0,14***	0,99***	0,99***	-0,04***		-0,44***	0,22***	-0,00***	0,24***	-0,45***	1,00	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,07***	-0,14***	0,14***	-0,20***	-0,20***	1,00***		-0,33***	-0,87***	0,61***	-0,67***	-0,39***	-0,10***	1,00

### 3.2 Analyse de la faune:

Dans la première partie de ce chapitre, nous donnons la liste faunistique des Copépodes et des Rotifères identifiés. Successivement, nous étudierons l'appartenance géographique ainsi que la biologie de chaque taxon afin de comprendre l'évolution de certaines espèces dans les six plans d'eau. Les espèces précédées d'un astérisque (\*) sont mentionnées pour la première fois en Algérie.

La deuxième partie de ce chapitre sera consacré à l'étude quantitative du zooplancton récolté dans l'ensemble des réservoirs. Nous avons pris en considération le nombre d'espèces présentes dans chaque barrage sans prendre en considération leurs répartitions dans les stations. Le nombre d'individus correspond au nombre moyen d'individus des différentes prises.

#### 3.2.1. Composition taxonomique du zooplancton :

Considérant les six plans d'eau, un total de 158 taxons du zooplancton a été dénombré (Tableau 3.14; Appendice 2). La communauté des Rotifères décrite dans cette étude est très diversifiée avec plus de 125 espèces identifiées. La communauté des Copépodes est moins riche représentée par 33 espèces : six espèces de Diaptomidae (Calanoida), 25 espèces de Cyclopidae (Cyclopoida) et deux espèces seulement appartenant à l'ordre des Harpacticoida (une espèce de la famille des Phyllognathopidae et une autre de la famille des Canthocamptidae).

Tableau 3.14 : Composition taxonomique de la communauté du zooplancton (Rotifères et Copépodes), des lacs Boukourdane (BO), Lakhel (LE), Taksebt (TA), Ghrib (GR), Keddara (KE) et de l'oued chiffa (CH).

Sites	BO	LE	TA	GR	KE	CH
Total des Copépodes	13	20	17	4	11	11
Total des Rotifères	74	39	47	11	30	27
TOTAL	87	59	64	15	41	38

La richesse spécifique globale des Rotifères dans les plans d'eau étudiés (125 espèces) est actuellement inférieure à celles des autres études Segers et

*al.*, [384] (207 espèces), Shiel et *al.*, [385] (252 espèces), Bonecker et *al.*, [386] (218 espèces) et Sharma [387] (164 espèces) pour respectivement certains lacs du Nigeria, de l'Australie, du sud de l'Amérique et de l'Inde.

Cependant, cette richesse en espèces trouvée dans notre étude est la plus élevée à ce jour pour l'Algérie mais nettement inférieure à celle trouvée dans le lac Iyi-Efi (Niger) (136 espèces) et comparable au lac Oguta au Niger (124 espèces) [388] et au lac Deepor Beel (Inde) (116 espèces) [388]. Les taxons récoltés au cours de notre étude sont assez semblables à ceux trouvés dans les réservoirs dans d'autres parties du monde [389 ; 390 ; 391 ; 392].

### 3.2.2 Etude qualitative des Copépodes :

#### 3.2.2.1 Inventaire des Copépodes :

Les 33 Copépodes récoltés sont répartis en quatre familles et en 21 genres (liste 1). Cette liste inclut six espèces de Calanoida, 25 espèces et sous espèces de Cyclopoida et deux espèces d'Harpacticoida.

Afin d'établir une liste aussi complète que possible, nous avons revu les synonymies de chaque espèce en utilisant principalement les ouvrages de Dussart et Defaye [235 ; 393 ; 394]. Toutes les citations de l'Algérie sont indiquées entre crochets. Dans chaque famille, les taxons sont donnés par ordre alphabétique des genres, puis des espèces.

Le nom de l'espèce est accompagné entre parenthèses de deux lettres indiquant la localisation de ces taxons ({KE: S1, S2 et S3} pour le barrage de Keddara, {BO: S4, S5 et S6} pour Boukourdane, {GR: S7, S8 et S9} pour Ghrib, {LE: S10, S11 et S12} pour Lakhal, {TA: S13, S14 et S15} pour Taksebt et {CH: S16, S17 et S18} pour l'oued Chiffa.

Liste 1: Les espèces de Copépodes identifiées durant notre étude

Classe Copepoda Milne Edwards, 1830

Ordre Calanoida Sars, 1902

Famille Diaptomidae Sars, 1903

***Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus*** (Daday, 1885) {GR} [Guerne et Richard, 1888; Gauthier, 1928; Cherbi, 1984; Akli, 1991; Boudiffa, 1993; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S7, S8 et S9.

***Arctodiaptomus (Arctodiaptomus) wierzejskii*** (Richard, 1888) {GR} [Gurney, 1909; Cherbi, 1984; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S7, S8 et S9.

***Copidodiaptomus numidicus*** (Gurney, 1909) {KE, BO, TA} [Gurney, 1909; Dumont et al. 1979; Cherbi, 1984; Akli, 1991; Boudiffa, 1993; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S1, S2, S3, S4, S5, S6, S13, S14 et S15.

***Diaptomus (Chaetodiaptomus) cyaneus cyaneus*** Gurney, 1909 {TA} [Gurney, 1909; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S13, S14 et S15.

***Mixodiaptomus incrassatus*** (Sars, 1903) {TA} [Roy et Gauthier, 1927]

Présence : Station S13

**\**Tropodiaptomus (Tropodiaptomus) incognitus*** Dussart et Gras, 1966 {TA}

Présence : Station S13

Ordre Cyclopoida Burmeister, 1834

Famille Cyclopidae Sars, 1913

Cyclopinae Kiefer, 1927

***Acanthocyclops trajani*** (Mirabdullayev et Defaye, 2002) {KE, BO, GR, LE, TA, CH}

Présence : Stations S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18.

***Cryptocyclops linjanticus*** (Kiefer, 1928) {LE, TA} [Kiefer, 1949]

Présence : Stations S10 et S14.

***Cyclops abyssorum mauritaniae*** Lindberg, 1950 {KE, LE} [Akli, 1991; Boudiffa, 1993]

Présence : Stations S1, S15.

***Cyclops strenuus strenuus*** Fischer, 1851 {KE, BO, LE, TA} [Blanchard et Richard, 1890; Roy et Gauthier, 1927; Gauthier, 1928; Cherbi, 1984; Akli, 1991; Boudiffa, 1993]

Présence : Stations S1, S4, S5, S6, S10, S11, S12, S13, S15.

***Diacyclops bicuspidatus odessanus*** (Schmankevitch, 1875) {KE, LE, TA, CH} [Blanchard et Richard, 1890; Roy et Gauthier, 1927; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S1, S10, S11 et S12.

***Diacyclops bisetosus*** (Rehberg, 1880) {LE, TA} [Gurney, 1909; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S11, S13, S14 et S15.

\****Graeteriella unisetigera*** (Graeter, 1908) {CH}

Présence : Station S16.

***Megacyclops gigas*** (Claus, 1857) {KE} [Roy et Gauthier, 1927; Akli, 1991; Samraoui, 2002;]

Présence : Station S3.

***Megacyclops viridis viridis*** (Jurine, 1820) {KE, BO, LE, TA, CH} [Gurney, 1909; Roy et Gauthier, 1927; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S1, S3, S4, S5, S10, S11, S12, S13, S17 et S18.

***Metacyclops minutus*** (Claus, 1863) {KE, BO, LE} [Blanchard et Richard, 1890; Roy et Gauthier, 1927; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S1, S5, S10, S11 et S12.

***Metacyclops planus*** (Gurney, 1909) {LE} [Gurney, 1909; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Présence : Station S10.

***Microcyclops (Microcyclops) rubellus*** (Lilljeborg, 1901) {BO, LE, TA} [Lindberg, 1953; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S5, S10, S12, S13, S14 et S15.

**\**Microcyclops (Microcyclops) varicans varicans*** (G. O. Sars, 1863) {BO, LE, TA, CH}

Présence : Stations S4, S5, S11, S13, S15, S16 et S18.

**\**Thermocyclops crassus*** (Fischer, 1853) {LE} au niveau S12

***Thermocyclops dybowskii*** (Landé, 1890) {LE} [Samraoui et al., 1998]

Présence : Station S12.

**\**Thermocyclops oblongatus*** Sars, 1927 {TA}. Présence : Station S13

*Eucyclopinae* Kiefer, 1927

**\**Ectocyclops phaleratus*** (Koch, 1838) {KE}. Trouvée dans la station S3.

***Eucyclops (Eucyclops) agiloides*** (G.O. Sars, 1909) {BO, GR, LE, TA, CH}. [Roy et Gauthier, 1927]

Présence : Stations S4, S5, S7, S8, S9, S12, S13, S14, S15, S16, S17 et S18.

***Eucyclops (Eucyclops) serrulatus serrulatus*** (Fischer, 1851) {BO, LE, TA}. [Gurney, 1909; Roy, 1929; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S4, S11, S14 et S15.

***Macrocyclops albidus*** (Jurine, 1820) {KE, BO, LE}. [Gurney, 1909; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S1, S6, S10, S11 et S12.

***Macrocyclops fuscus*** (Jurine, 1820) {LE, TA}. [Samraoui, 2002]

Présence : Stations S11 et S14.

**\**Paracyclops affinis*** (Sars, 1863) {BO, LE}.

Présence : Stations S7, S8, S10, S11 et S12.

***Paracyclops chiltoni*** (Thomson, 1882) {BO, LE, TA, KE, CH}. [Akli, 1991; Samraoui, 2002]

***Paracyclops poppei*** (Rehberg, 1880) {CH}. [Samraoui, 2002]

Présence : Stations S16, S17 et S18.

***Tropocyclops prasinus prasinus*** (Fischer, 1860) {BO, LE, CH}. [Blanchard et Richard, 1891; Gauthier, 1931; Dumont et *al.*, 1979; Cherbi, 1984; Akli, 1991; Boudiffa, 1993; Samraoui, 2002]

Présence : Stations S4, S5, S6, S10, S11, S12 et S17.

Order Harpacticoida Sars, 1902

Famille Phyllognathopodidae Gurney, 1932

***Phyllognathopus viguieri*** (Maupas, 1892) {CH}. [Maupas, 1892]

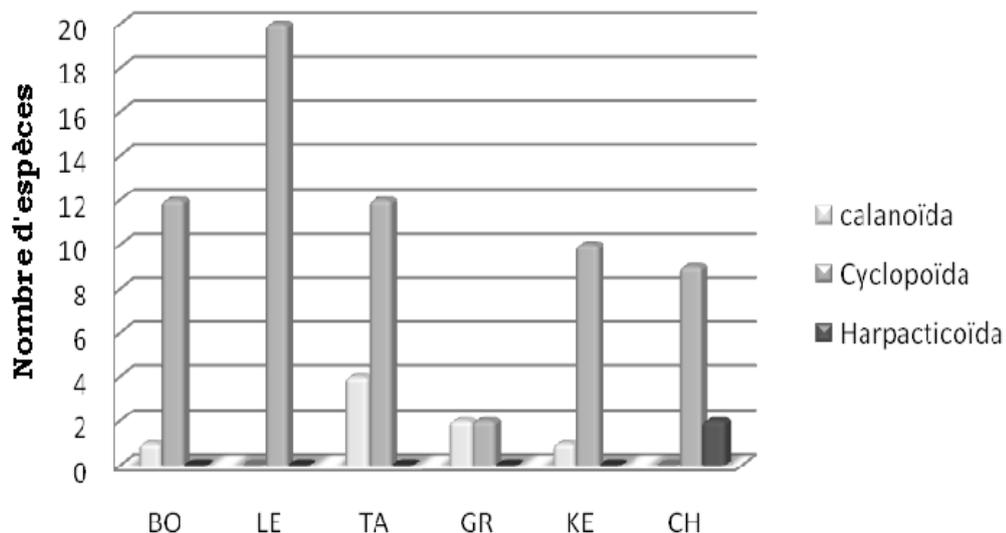
Trouvée dans la station: S17.

Famille Canthocamptidae Sars, 1906; Monard, 1927; Lang, 1936

***Attheyella (Neomrázekiella) trispinosa*** (Brady, 1880) {CH}. [Gurney, 1909; Roy et Gauthier, 1927; Dumont et *al.*, 1979; Akli, 1991; Samraoui, 2002]

Trouvée dans la station: S16.

Le lac Lakhel présente une plus grande diversité suivi par le lac Taksebt (17 espèces). Le nombre d'espèces le plus bas a été enregistré dans le barrage de Ghrib (4 espèces) (Figure 3.16)



**Figure 3.16 :** Richesse spécifique des espèces de Copépodes des six sites étudiés.

Le tableau n° 3.15 résume l'inventaire et le nombre des espèces communes entre les six sites de prélèvement.

Une seule espèce est commune aux six plans d'eau, il s'agit d'*Acanthocyclops trajani*, trois espèces ne sont retrouvées que dans cinq réservoirs, *Eucyclops agiloides*, *Megacyclops viridis viridis* et *Paracyclops chiltoni*. Les espèces *Arctodiaptomus salinus*, *A. wierzejskii*, *Diaptomus cyaneus*, *Mixodiaptomus incrassatus*, *Tropodiaptomus incognitus*, *Ectocyclops phaleratus*, *Graeteriella unisetigera*, *Megacyclops gigas*, *Metacyclops planus*, *Paracyclops poppei*, *Thermocyclops dybowski*, *Thermocyclops oblongatus*, *Thermocyclops crassus*, *Attheyella trispinosa* et *Phyllognathopus viguieri* ne sont retrouvées que dans un seul site.

Tableau 3.15 : Inventaire et nombre d'espèces communes aux six plans d'eau.

Espèces	Nombre de réservoirs mixtes
<i>A. salinus</i>	1
<i>A. wierzejskii</i>	1
<i>Copiodiaptomus numidicus</i>	3
<i>Diaptomus cyaneus</i> Gurney	1
<i>Mixodiaptomus incrassatus</i>	1
<i>Tropodiaptomus incognitus</i>	1
<i>Acanthocyclops trajani</i>	6
<i>Cyclops abyssorum mauritaniae</i>	2
<i>Cyclops strenuus strenuus</i>	4
<i>Cryptocyclops linjanticus</i>	2
<i>Diacyclops bicuspidatus odessanus</i>	4
<i>Diacyclops bisetosus</i>	2
<i>Ectocyclops phaleratus</i>	1
<i>Eucyclops agloides</i>	5
<i>Eucyclops serrulatus</i>	3
<i>Graeteriella unisetigera</i>	1
<i>Macrocyclops albidus</i>	3
<i>Macrocyclops fuscus</i>	2
<i>Megacyclops gigas</i>	1
<i>Megacyclops viridis viridis</i>	5
<i>Metacyclops minutus</i>	3
<i>Metacyclops planus</i>	1
<i>Microcyclops varicans varicans</i>	4
<i>Microcyclops rubellus</i>	3
<i>Paracyclops affinis</i>	2
<i>Paracyclops chiltoni</i>	5
<i>Paracyclops poppei</i>	1
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	1
<i>Thermocyclops oblongatus</i>	1
<i>Thermocyclops crassus</i>	1
<i>Tropocyclops prasinus</i>	3
<i>Attheyella trispinosa.</i>	1
<i>Phyllognathopus viguieri</i>	1

### 3.2.2.2 Aspects écologiques et biogéographiques des Copépodes dans nos sites de prélèvement :

L'étude de la retenue de Ghrib où l'eau est plus ou moins salée a permis de recenser deux Calanoides, *Arctodiaptomus salinus* et *A. wierzejskii*. Ce dernier taxon est généralement considéré comme une espèce sub-steppique et euryhaline [395].

Le Calanoïde *Arctodiaptomus salinus* est considéré comme une espèce pérenne, euryhaline et eurytherme, caractéristique des eaux salées ou saumâtres et des régions steppiques [236]. Cette espèce eurypéenne possède un cycle de vie adapté à divers habitats sous une variété de conditions écologiques [396 ; 397].

Signalé dans les lacs salés en Espagne par Margalef [398] et Alonso ([395]. Cette espèce a été trouvée par Vivier [399] au Maroc, dans le lac Tisselit (2200 m d'altitude). En Tunisie, elle vit dans le Chott El Jerid et dans les sebkhas Kelbia et Sedjoumi.

En Algérie, cette espèce a été trouvée par Gauthier [75] dans les eaux salées de la steppe près de Tolga, de Ain Sefra et au sud d'Oran.

*A. wierzejskii* est signalé au Maroc par Kiefer [58] et Dumont et Decraemer [400]. En Tunisie, par Gurney [53] et Roy et Gauthier [62] dans les plaines septentrionales et orientales.

En Algérie, cette espèce est considérée comme rare, elle l'a été signalée par Cherbi [69] dans le lac de Boughzoul et par Samraoui [73] dans l'Est (Annaba). Dans cette étude, cette espèce colonise le lac Ghrib au cours de la période de décembre à mai. Elle est abondante dans le lac en février et avril, et disparaît en juin.

*Copidodiaptomus numidicus* est endémique de la région méditerranéenne occidentale: Maghreb, le Portugal, l'Espagne, la Corse, la Sardaigne et la Sicile [393]; elle est capable de supporter les températures estivales extrêmes de cette région [72]. Selon Dussart [401], cette espèce vit dans les eaux alcalines et plus ou moins saumâtres. Elle préfère les petites

collections d'eaux temporaires en Afrique du Nord. D'après Gauthier [75], elle paraît affectionner en Algérie certaines eaux permanentes.

*Diaptomus (Chaetodiaptomus) cyaneus cyaneus*, cette espèce a été décrite pour la première fois par Gurney [53] en Tunisie. Elle a été retrouvée par Roy et Gauthier [62] dans de nombreuses dayas de la zone pluvieuse de l'Algérie et de la Tunisie puis par Kiefer [60] dans des collections d'eau temporaires du Plateau d'Oulmès (Maroc) à 1000 m d'altitude.

Elle a été également signalée dans d'autres pays circum-méditerranéens : la Corse, la Sicile, la Sardaigne, le sud de la France, le Maroc et la Sicile [402 ; 403 ; 404 ; 405 ; 406].

En Algérie, la répartition géographique de ce taxon est limitée aux lacs des zones les plus froides. Sa présence dans le lac du barrage de Taksebt s'explique probablement par les températures relativement faibles pendant la saison humide.

Dans cette étude, son cycle biologique est typique, très commune durant l'hiver, le printemps et l'automne, mais absente pendant l'été.

Roy et Gauthier [62] ont signalé que *Mixodiaptomus incrassatus* se limite à la zone semi-aride. Cette espèce est connue pour coloniser les mares temporaires, ainsi que les plans d'eau permanents (lacs peu profonds, puits et mares résiduelles dans les oueds) de l'Afrique du Nord jusqu'au Centre de l'Asie. Nous avons noté sa présence dans le lac de Taksebt en avril.

*Tropodiaptomus incognitus*, décrite à l'origine au lac Tchad par Dussart et Gras [407]. C'est une nouvelle espèce pour l'Algérie et pour l'Afrique du Nord.

Le genre *Acanthocyclops* est cosmopolite. Il se trouve en Eurasie tempérée et Subarctique et en Amérique du Nord (Einsle, 1996). Deux espèces ont été enregistrées en Algérie: *A. vernalis* (Fischer, 1853) et *A. trajani* [242]. Cette dernière espèce a été récemment décrite et correspond probablement à *A. robustus* (G. O. Sars, 1863) des identifications précédentes.

Sa découverte en Algérie confirme sa présence en Afrique du Nord, après son identification initiale en Tunisie par Mirabdullayev et Defaye [242].

C'est la deuxième fois que cette espèce est mentionnée d'Algérie. Sa première citation a été faite par Cherbi et *al.*, [105].

La répartition géographique de cette espèce est la suivante : Eurasie (non décrite en Scandinavie), le Nord de l'Afrique (Tunisie) et en Amérique du Nord [242].

Dans cette étude, *A. trajani* est présente dans tous les réservoirs et apparait comme une espèce pionnière dans les eaux de ces réservoirs.

*Ectocyclops phaleratus* : ce genre est fortement représenté en Afrique, avec neuf espèces sur un total de treize espèces [394].

Cette espèce a une distribution cosmopolite. Déjà mentionnée au Maroc par Ramdani [403]. C'est une nouvelle espèce pour l'Algérie (présente seulement dans la zone pélagique du lac Keddara). Cette récolte confirme sa présence en Afrique du Nord.

Parmi les trois espèces appartenant au genre *Paracyclops* trouvées lors de cette étude, deux espèces ont déjà été mentionnées dans les eaux douces algériennes. Il s'agit de *Paracyclops chiltoni* et *P. poppei*. *P. chiltoni* a déjà été citée par Samraoui et *al.*, [73], mais elle est absente de la carte de distribution de Karaytug [241] et n'est pas citée d'Algérie par Dussart et Defaye [394]. *P. poppei* était aussi cité par Samraoui [73] du Nord-Est de l'Algérie.

*P. affinis* est signalée pour la première fois en Algérie, les citations précédentes de Karaytug [241] et de Mouelhi et *al.*, [408] pour l'Algérie sont erronées ainsi que celle de Roy et Gauthier [62].

Dans la présente étude, ce taxon n'a pas été trouvé dans tous les plans d'eau, mais n'a été collecté que dans les zones pélagiques et littorales des lacs Boukourdane et Lakhal.

Un seul représentant du genre *Cryptocyclops* a été trouvé en Afrique du Nord, il s'agit de *Cryptocyclops linjanticus*. Signalée pour la première fois au Tassili n'Ajjer (Sahara central) par Kiefer [61], elle demeure une espèce rare. Dans notre étude, elle n'a été récoltée que dans les lacs de Lakhal et de Taksebt parmi la faune associée aux macrophytes aquatiques. En 1969,

Dussart [238] indique que de nombreux auteurs ont désigné sous le nom de *Cyclops strenuus* un ensemble de formes différentes. L'identification de cette espèce en Afrique du Nord semble correspondre à *Cyclops strenuus strenuus*.

Selon Dussart [409], cette espèce a une large répartition paléarctique et semble préférer les étangs et les mares à eaux peu salines et sténothermes. De plus, c'est une espèce littorale, carnivore qui existe surtout en hiver. Polycyclique, elle présente selon Nilsen [410] des périodes de diapause ce qui expliquerait la disparition des adultes en été ou en automne.

*C. abyssorum mauritaniae* a été rapporté par Lindberg [411] à partir de certaines localités au Maroc: Aguelmane Sidi-Saïd (altitude 1600 m); Aguelmane Azigza (1800 m) et le lac Tislit (2200 m).

En 1977, Dumont et Decraemer [400] ont récolté cette espèce dans des dayas et des lacs, à 1600 m d'altitude au Maroc. Considérée comme exclusivement marocaine par Mouelhi et *al.*, [408], elle a été trouvée par Akli [70] et Boudiffa [71], qui l'ont signalée dans le lac de Sidi M'Hamed Benali et le lac Sarno (Sidi Bel-Abbès) à 460 m et 431 m d'altitude, respectivement. Nous l'avons récoltée dans les lacs Lakhal et Keddara à 600 m et 300 m.

Les *Diacyclops* forment un groupe des régions tempérées contenant plus de 100 espèces. En dépit, de cette grande diversité, seulement trois espèces de *Diacyclops* sont connues de l'Algérie : *Diacyclops bicuspidatus*; *Diacyclops bicuspidatus odessanus* est l'espèce la plus répandue en Algérie, *D. crassicaudis crassicaudis*, est relativement rare et *D. bisetosus* est commune dans divers environnements.

Le genre *Eucyclops* est représenté en Algérie par huit espèces. L'espèce-type, *E. (E.) serrulatus*, récemment revue par Alekseev et *al.*, [412] ont confirmé sa présence en Algérie. Synonyme de *Eucyclops (Eucyclops) asymmetricus*, décrite par Dumont [68] au Sahara centrale, cette espèce est capable de survivre dans des conditions environnementales extrêmes (oxygène faible [413]). Elle se nourrit de phytoplancton, de protozoaires et parfois de détritus ou de petit zooplancton.

*E. agiloides* avait été précédemment cité par Roy et Gauthier ([62] dans la Numidie(Lac Oubeira). C'est là sa deuxième citation pour l'Algérie.

*Macrocyclus albidus* est une espèce cosmopolite et très commune en Algérie. On la rencontre dans des plans d'eau permanents de toutes tailles. La deuxième espèce *M. fuscus* a été découverte par Roy et Gauthier en 1927[62]; elle a été signalée par Samraoui et *al.*, [72] en Numidie et par Mouelhi et *al.*, [408].

Il semble par notre étude, que cette espèce n'est pas limitée à une région du pays mais se retrouve aussi dans d'autres plans d'eau (lacs Boukourdane, Lakhal, et Keddara).

Le genre *Metacyclus* est cosmopolite et comprend plus de 60 espèces, quelques-unes d'entre elles sont typiquement africaines [394], et sont représentées dans cette étude par deux espèces :

- *M. minutus*, largement distribuée en Afrique, en Europe et à l'Est dans les montagnes du Caucase. Cette espèce est connue pour vivre dans des mares temporaires [414]; son observation dans trois des six plans d'eau échantillonnés s'est limitée au printemps et en été.
- *Metacyclus planus*, est très présente dans les pays de la Méditerranée. Précédemment connue par Roy et Gauthier en 1927 [62] qui ont récolté cette espèce dans une localité appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride. Elle n'a été retrouvée que dans un seul échantillon dans le lac Lakhal au mois d'août.

Le genre *Megacyclus* est un genre connu de l'Algérie par trois espèces: *M. donnalsonni algericus*, *M. gigas*, et *M. viridis viridis*. *M. viridis viridis* est une espèce très répandue dans le monde, et a déjà été citée en Afrique du Nord par Gurney [53].

En Algérie, cette espèce n'a été récoltée que dans deux localités : la steppe dans le barrage de Kreider et dans un petit étang près d'El Tarf [62]. Tolérante vis-à-vis de la salinité, elle préfère les lacs riches en végétation [238].

Cette espèce semble être courante en Algérie, tandis que *Megacyclops gigas* est plus rare et n'a été enregistrée qu'une seule fois au cours de cette étude.

Une seule espèce de ce genre important est connu pour être présente en Afrique du Nord. Il s'agit de *M. viridis viridis*. *Microcyclops (Microcyclops) rubellus*, non signalée par Gauthier en 1928 [75], elle a été retrouvée en Tunisie par Dumont et *al.*, en 1979 [68] et Turki et El Abed en 1999 [415].

L'espèce *M. (M) varicans varicans* considérée comme une espèce cosmopolite n'a été signalée ni par Gauthier en 1928 [75] ni par Dumont et *al.*, en 1979 [68]. Elle semble assez commune en Algérie (cette étude).

Dotée d'une forte diversité dans la région tropicale et subtropicale de l'Afrique et de l'Asie (environ 80% des espèces), le vaste genre *Thermocyclops* comprend plus de 51 espèces et sous-espèce décrites [243]. Quatre seulement sont considérées comme limitées à l'Afrique du Nord [408].

Trois espèces ont été retrouvées dans cette étude et deux sont signalées pour la première fois en Algérie :

- *Thermocyclops crassus*, considérée comme *T. hyalinus* (Rehberg, 1880) [324 ;416] est très répandue en Eurasie, en Afrique et en Amérique [417]. Cependant, sa présence est signalée pour la première fois en Algérie et en Afrique du Nord.
- *T. dybowskii* est une espèce européenne et asiatique (Ouest), vivant dans les zones tempérées [418]. Cependant, certains auteurs, l'ont signalée au Maroc [400], en Algérie [72] et en Tunisie ([68]. *T. dybowskii* habite les petits plans d'eau ou les zones littorales des lacs dans diverses régions d'Europe [419]. Au Portugal, cette espèce est fréquemment retrouvée dans les réservoirs [420 ; 421].

Nous ne l'avons récoltée que dans un seul site (lac Lakhal), c'est apparemment la deuxième fois qu'elle est mentionnée pour l'Algérie, la

première fois étant par Samraoui et *al.*, en 1998 [72] à Annaba dans le lac Tonga et les marécages de Mekhada.

- *T. oblongatus* est bien connue dans diverses régions de l'Afrique [394]. C'est la première fois qu'elle est signalée en Algérie.

*Tropocyclops prasinus* est une espèce cosmopolite [394], répandue en Afrique du Nord [408] ainsi que dans le reste de l'Afrique [416]. En Algérie, cette espèce est assez commune et préfère particulièrement les petits plans d'eau.

Notre connaissance de la faune des eaux souterraines en Afrique est limitée et très peu d'études ont été faites sur ce sujet. A l'oued Chiffa, deux spécimens de *Graeteriella unisetigera*, espèce connue des eaux souterraines [422] ont été collectés en juillet et en août, provenant probablement des nombreuses sources d'eau douce souterraines qui se déversent dans l'oued Chiffa. Cette espèce est pour la première fois signalée en Algérie et en Afrique. Sa présence demande à être confirmée.

L'Harpacticoïde Canthocamptide du genre *Attheyella* Brady, 1880, préfère les petites collections d'eau douce [236]. On les retrouve dans les sols tropicaux humides et dans les eaux souterraines [423]. Les données se rapportant à l'espèce *A. trispinosa* sont limitées à celles de Dumont et *al.*, [68] et celles de Samraoui et *al.*, [72] qui l'ont signalée à l'Est du pays (Kala). Dans notre étude, nous l'avons récolté que dans un seul site (oued Chiffa).

*Phyllognathopus viguieri* n'a pas été retrouvé depuis 1892. Considéré comme cosmopolite, cette espèce se rencontre dans divers types d'eau, y compris les eaux souterraines [235]. En Algérie, elle est rare et n'a été récoltée que dans l'oued Chiffa. Les espèces du genre *Phyllognathopus* préfèrent surtout les zones benthiques.

La liste 1 des Copepoda de l'Algérie montre une nette prédominance des taxons à large répartition géographique (*A. trajani*, *C. strenuus strenuus*, *E. phaleratus*, *E. serrulatus*, *M. albidus*, *M. gigas*, *M. varicans* et *P. chiltoni*) à l'exception de *C. numidicus* qui semble être limité à la zone méditerranéenne et à l'Afrique du Nord [424 ; 69].

*Megacyclops viridis viridis* est une espèce éthiopienne, holarctique, néotropicale, et orientale, tandis que *Macrocyclus fuscus* est une espèce holarctique, néotropicale.

*Acanthocyclops wierzejskii*, *Metacyclops planus*, *Metacyclops minutus* et *Mixodiaptomus incrassatus* sont des espèces rencontrées surtout dans les zones arides. Trois espèces sont d'origine éthiopienne, il s'agit de: *Cryptocyclops linjanticus*, *Thermocyclops crassus* et *Thermocyclops oblongatus*.

*Microcyclus (Microcyclus) rubellus*, espèce connue du Tassili-Najjer [425] est plutôt une espèce nordique, très répandue en Europe tempérée et en Amérique du Nord [68].

Une analyse de la faune des Copépodes et des Branchiopodes d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie) actuellement connue, a été publiée en 2000 par Mouelhi et *al.*, [408] et révèle 72 espèces de Copépodes pour l'Algérie, qui regroupe 13 calanoïdes, 37 cyclopoïdes et 22 harpacticoïdes. Le Maroc regroupe au total 66 espèces réparties comme suit 17 calanoïdes, 30 cyclopoïdes et 19 harpacticoïdes. La copépodofaune de la Tunisie est moins riche que celle de l'Algérie et du Maroc avec 58 espèces (11 calanoïdes, 30 cyclopoïdes et 17 harpacticoïdes), ceci est dû probablement à son étendue géographique nettement moindre.

Avec les résultats de l'étude actuelle, 93 espèces appartenant à 47 genres et 15 familles de Copépodes ont été identifiées en Algérie [426].

Peu d'espèces d'harpacticoïdes ont été rencontrées dans cette étude (2 espèces). Ceci est dû probablement soit au type de prélèvement, ces Copépodes étant benthiques, soit aux différents milieux prospectés (eaux de surface). Des prospections dans les milieux hypogés «eaux souterraines» doivent faire l'objet d'investigations ultérieures.

### 3.2.2 Etude qualitative des Rotifères :

#### 3.2.2.1 Inventaire des Rotifères :

Les échantillonnages des réservoirs d'eau au Centre Nord de l'Algérie ont permis d'identifier 125 espèces de Rotifères appartenant à la classe des Monogononta et à deux ordres: ordre des Ploimidae et ordre des Flosculariaceae représentées au total par 19 familles (Tableau 3.16). 75 espèces sont pour la première fois mentionnées en Algérie.

Tableau 3.16 : Nombre des espèces pour chaque famille identifiées au cours de cette étude.

Familles	Nombre d'espèces
F. Asplanchnidae	1
F. Brachionidae	27
F. Notommatidae	8
F. Colurellidae	7
F. Lepadellidae	8
F. Dicranophoridae	1
F. Euchlanidae	10
F. Epiphanidae	2
F. Lecanidae	17
F. Gastropodidae	3
F. Trichotriidae	4
F. Mytilinidae	5
F. Synchaetidae	5
F. Trichocercidae	6
F. Testudinellidae	11
F. Conochiliidae	1
F. Hexarthridae	4
F. Collotheceidae	3
F. Filiniidae	2

Le plus grand pourcentage en termes d'espèces est récolté dans le lac de barrage de Boukourdane (33%) puis dans le lac de barrage de Taksebt (20%). Le plus faible pourcentage, 5%, est enregistré dans le le lac de Ghrif (Figure 3.17).

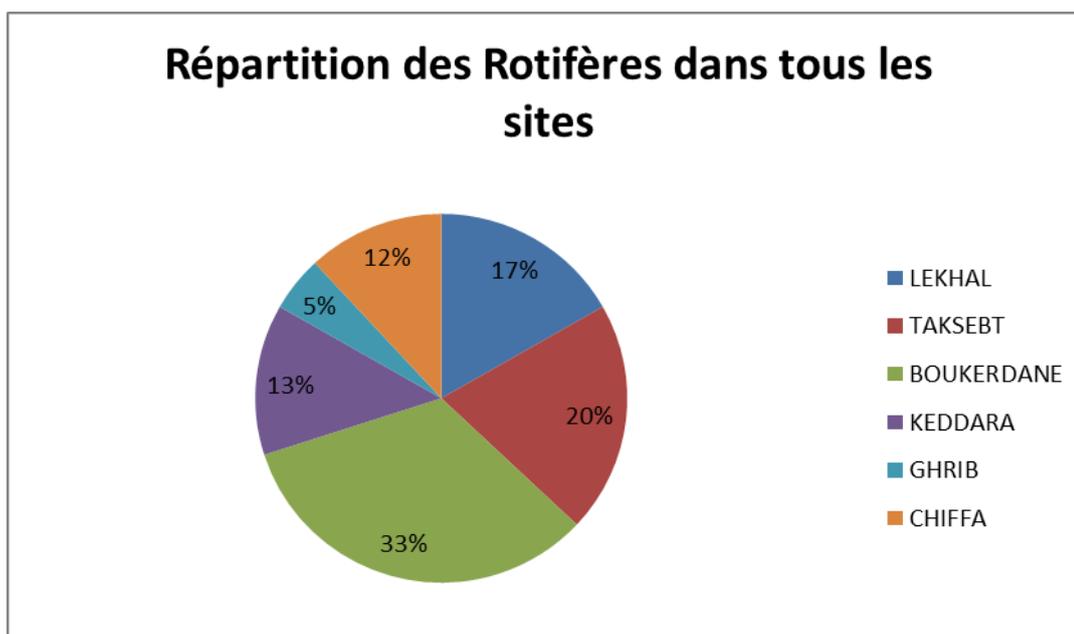


Figure 3.17 : Répartition en pourcentage des espèces de Rotifères dans l'ensemble des sites d'étude.

### 3.2.2.2 Aspects systématiques, zoogéographiques et écologiques des Rotifères récoltés dans les réservoirs d'eau :

La liste 2 des Rotifères identifiés dans cette étude est classée par familles selon Remane [427], modifié par Koste [244]. Cette liste comprend le nom des espèces, les synonymes selon Segers [428], le lieu de récolte, son appartenance biogéographique (AFR pour Afrotropicale, ANT pour Antarctique, AUS pour Australienne, NEA pour Néarctique, NEO pour Néotropical, ORI pour Orientale, PAC pour Pacifique et PAL pour Paléarctique) et leur écologie. Les espèces précédées d'un astérisque (\*) sont mentionnées pour la première fois en Algérie.

## Liste 2 : Les espèces de Rotifères identifiées durant notre étude

Phylum Rotifera Cuvier, 1817

Classe : Monogononta Plate, 1889

Ordre : Ploimida Hudson et Gosse, 1886

*Famille: Asplanchnidae* HetM., 1926

***Asplanchna priodonta*** Gosse, 1850

Syn.: *Asplanchna priodonta sirakabana* Sudzuki, 1964

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {LE, TA, BO, KE}

Ecologie : espèce planctonique, eurytherme, pérenne et polyphage, elle se nourrit de préférence de diatomées, de dinoflagellés et de Rotifères. Son régime alimentaire est moins carnivore que celle de *A. girodi* [429 ; 430].

Récoltée dans les quatre retenues dans différentes stations (peu profondes et profondes : S1, S2, S3, S4, S5, S6, S10, S11, S12, S13, S14 et S15), le plus grand nombre d'individus (443 individus/l) est enregistré dans la retenue de Taksebt. Il semble que cette espèce soit fréquente durant la saison des pluies et l'été.

*Famille : Brachionidae* Ehrenberg, 1838

**\**Anuraeopsis fissa*** Gosse, 1851: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Syn.: *Anuraeopsis hypelasma* Gosse, 1886

Trouvée : {GR}

Ecologie : Rotifère planctonique, sténotherme et thermophile des milieux eutrophes [431 ;432]. Elle vit dans des eaux à faible teneur en oxygène [433 ; 434 ; 435]. Plus fréquente dans les petites collections d'eau. Elle se nourrit de bactéries et de détritrus [436]. Elle se rencontre parfois dans le contenu stomacal d'*Asplanchna* [429]. Les espèces sont polymorphes [437] et ne présentent ni pied, ni épines caudales comme les autres brachionides. Les œufs sont asexués et présentent une particularité, une protubérance courte.

Distribution dans les réservoirs: Dans cette étude, cette espèce n'a été trouvée que dans un seul site celui de Ghrib.

***Brachionus bidentatus bidentatus* Anderson, 1889**

Syn. : *Brachionus bidentatus* var. *crassispinus* Hauer, 1963

Syn. : *Brachionus furculatus* Thorpe, 1891

Syn. : *Brachionus furculatus inermis* Rousselet, 1906

Syn. : *Brachionus furculatus testudinarius* Jakubsi, 1912

Syn. : *Brachionus furculatus* var. *jirovci* Bartos, 1946.

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {BO, CH}

Ecologie : Les espèces sont planctoniques et préfèrent les petits plans d'eau. Pourriot [438] décrit l'allongement des épines induit par la présence du prédateur *Asplanchna brightwelli*. Elles se nourrissent de *Polytoma*, de *Chlorella* et de *Chlamydomonas* [439].

Cette espèce se distingue par la présence d'épines latérales qui sont plus longues que le reste des épines. C'est l'une des espèces les plus polymorphes. En Algérie, cette espèce n'a été rencontrée qu'une seule fois par De Ridder en 1991 [79]. Dans nos échantillonnages, elle a été retrouvée dans un seul réservoir (Boukourdane) et dans l'oued Chiffa avec un très faible effectif au mois de mars et avril.

**\**Brachionus budapestinensis* Daday, 1885: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL**

Syn.: *Brachionus similis* Leissling, 1914

Trouvée : {TA}

Ecologie : Espèce présente surtout dans les eaux à pH élevé. Sténotherme, elle tolère une salinité modérée. Sa lorica est sans épines caudales, l'ornementation est variable. Sa taille est très constante [428].

Espèce rare, elle n'a été collectée que dans un seul échantillon au mois de septembre. C'est sa première citation en Algérie.

***Brachionus calyciflorus calyciflorus* Pallas, 1766**

Syn.: *Brachionus amphicerus* Ehrenberg, 1838

Syn.: *Brachionus dorcas* Gosse, 1851

Syn.: *Brachionus gillardi* Hauer, 1966

Syn.: *Brachionus gillardi* Hauer, 1966

Syn.: *Brachionus pala* Ehrenberg, 1838

Syn.: *Brachionus pala anuraeiformis* Brehm, 1909 (synonyme considéré comme variant (f. *anuraeiformis*) de *B. calyciflorus*)

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Espèce planctonique; commune mais rare dans les eaux courantes [440]. Eurytherme, souvent abondante dans les petits plans d'eau eutrophes, cette espèce tolère des concentrations en chlorures très élevées [441 ;439 ; 442 ; 440]. Organismes filtreurs, ils se nourrissent de bactéries, de détritits, de Chlorophyceae, de Volvocales et d'Euglénales [436]. La lorica présente quatre épines antérieures. Très polymorphes, quelques morphotypes ont été décrits (voir les synonymies) [443 ; 19].

Citée déjà par Gauthier en 1928 [75 ] puis par De Ridder en 1991 [79], nous l'avons trouvée dans une seule localité en faible effectif à la fin de l'hiver et durant le printemps.

***Brachionus dimidiatus*** Bryce, 1931: AFR, AUS, NEO, ORI, PAL

Syn.: *Brachionus inermis* Schmarda, 1894 (synonyme considéré comme sous espèce du variant (f. *inermis*) of *B. dimidiatus*)

Trouvée : {TA}

*B. dimidiatus*, à l'inverse, n'est pas une espèce d'eau douce; sa présence en Roumanie signalée par Rudescu [444] paraît accidentelle et fortuite. *B. dimidiatus* est surtout fréquente dans des eaux de salinités élevés. Elle montre une nette préférence pour les eaux natronées où dominent les carbonates et les bicarbonates alcalins: mares du Kanem, lac natron (Egypte), lacs Elmenteita et Nakuru (Kenya) [442]. Sa répartition géographique est de type subtropical et est actuellement à peu près limitée à l'Afrique Le problème de son alimentation n'a pas pu être résolu complètement. Cette espèce, ne se nourrit sûrement pas des Cyanobactéries qui l'accompagnent. Le tube digestif des femelles en bonne condition (c.a.d. porteuses d'œufs) est toujours grisâtre; aucun élément n'y est reconnaissable. On se suppose qu'elles se nourrissent de bactéries et de substances organiques particulières ou dissoutes [191].

Déjà citée en Algérie par De Ridder [79], nous l'avons retrouvée dans un seul site durant le printemps (mai).

***Brachionus quadridentatus quadridentatus* Hermann, 1783**

Syn. : *Brachionus ancylognathus* Schmarda, 1859. Ce synonyme est considéré comme une sous espèce (f. *ancylognathus*) de *B. quadridentatus*.

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {TA, BO, CH}

Ecologie : Cosmopolite, elle est sans doute l'espèce la plus commune du genre *Brachionus*. Elle est fréquente dans les plans d'eau et dans les cours d'eau [187 ; 440] et peut également se rencontrer dans les eaux saumâtres [445 ; 446 ; 447 ; 448]. C'est une espèce planctonique. Euryhaline, elle préfère les eaux alcalines. C'est un bon indicateur des conditions eutrophes [193 ; 439 ; 441]. Elle se nourrit de nanoplancton et de détritits [439]. L'espèce a été collectée dans les lacs et dans l'oued Chiffa durant les deux saisons printanière et estivale.

**\**Brachionus sericus*** Rousselet, 1907: AFR, AUS, PAL

Trouvée : {TA}

Ecologie : Espèce rare, préférant les eaux légèrement acides [449], elle se nourrit d'algues vertes unicellulaires et fréquente les eaux peu profondes [187]. Elle n'a été récoltée qu'une seule fois (un individu) au mois d'avril dans la station S15 (Taksebt).

**\**Brachionus urceolaris urceolaris*** Müller, 1773

Syn.: *Brachionus urceolaris semicircularis* Sudzuki, 1989

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée: {LE, BO}

Ecologie : c'est une espèce planctonique, commune dans les petits plans d'eau alcalins [440]. De nombreux auteurs considèrent *B. urceolaris* principalement comme un rotifère benthique [187 ; 441 ; 439]. Elle se nourrit d'algues unicellulaires [439].

Euryhaline, elle tolère un taux de salinité relativement élevé. Comme d'autres espèces de ce genre, elle possède une grande plasticité, de nombreuses formes et des tailles variables. Distribution: Elle n'a été identifiée que dans deux réservoirs.

\****Kellicottia longispina*** (Kellicott, 1879): AFR, NEA, NEO, ORI, PAL

*Anuraea longispina* Kellicott, 1879

Syn.: *Notholca longispina heterospina* Olofsson, 1917

Syn.: *Notholca longispina taymirica* Grese, 1955

Trouvée: {TA}

Ecologie : espèce habitant les lacs oligotrophes, elle n'a jamais été trouvée dans les petits cours d'eau. Selon Pourriot [436], cette espèce est phytophage et se nourrit de microalgues comme les Diatomées centrales. Cette espèce présente une morphologie particulière, une lorica de forme conique avec une longue épine caudale. Edmondson et Litt [450] ont observé dans la biométrie des populations de cette espèce des différences en fonction des températures et des latitudes.

Elle est souvent retrouvée avec une faible abondance dans les lacs des montagnes du Pyrénées. Elle a été rencontrée pour la première fois dans le lac de Banyols en 1977 [451].

C'est la première fois qu'elle est citée en Algérie. Elle n'a été collectée qu'avec un faible nombre d'individus au mois d'août dans un seul réservoir (Taksebt).

\****Keratella americana*** Carlin, 1943: ANT, NEA, NEO (Introduite PAL et AFR)

Syn.: *Keratella gracilenta* Ahlstrom, 1943

Syn.: *Keratella lenzi caudata* Koste, 1972

Trouvée: {LE, GR, KE}

Ecologie: Cette espèce présente plusieurs formes en fonction des concentrations saisonnières du phytoplancton, des matières organiques et inorganiques et de la productivité primaire des algues [452]. Elle peut agir comme un indicateur de l'état trophique, de la saisonnalité et de l'action de l'homme [453 ;448 ;454 ;455](). C'est une espèce planctonique qui habite l'Amérique tempérée et tropicale; elle se rencontre dans les régions littorales et limnétiques des lacs dans les eaux oligo-à eutrophes et préfère l'eau stagnante et chaude

Sa citation en Algérie confirme sa présence en Afrique. Récoltée avec une abondance très faible; elle semble être une espèce rare.

***Keratella cochlearis cochlearis*** (Gosse, 1851): AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Syn.: *Anuraea cochlearis recurvisp.ina* Jägerskiöld, 1894 (synonyme considéré comme sous espèce variant (f. *recurvisp.ina*) de *K. cochlearis*)

Syn.: *Anuraea stipitata* Ehrenberg, 1838

Trouvée : {LE, TA, GR, KE}

Ecologie : Espèce planctonique, elle est très fréquente dans les lacs et les réservoirs, beaucoup moins dans les petites collections d'eau. Eurytherme, elle tolère une large gamme de minéralisation. Elle se nourrit d'une grande variété d'algues ainsi que de détritiques organiques et de bactéries [436 ;191 ;456]. Elle est l'une des proies les plus abondantes dans l'estomac d'*Asplanchna* et de *Ploesoma* [429]. Certaines variables comme la température, la disponibilité de la nourriture, ainsi que la présence de prédateurs provoquent un changement de formes [457]. Ces différentes formes sont parfois décrites comme des espèces distinctes de *K. cochlearis cochlearis*. De nombreuses variétés ont été décrites, mais il existe une controverse à propos de l'origine phénotypique ou génotypique de ces différences. Elle présente également des variations morphologiques en fonction des variations saisonnières.

Distribution dans les réservoirs: Elle se trouve dans la plupart des réservoirs algériens. Elle est plus fréquente et abondante dans le réservoir de Lakhal au cours de la période de stratification (printemps et été)

**\**Keratella cochlearis*.var *hispida* (Lauterborn, 1900)**

*Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) (La taxonomie de *K. cochlearis* est confuse. Actuellement, cette espèce est en cours de révision).

*Anuraea cochlearis* Gosse, 1851

*Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851)

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {LE, TA, BO, KE, CH}

Ecologie : Avec une lorica plus large que la précédente, couverte de petites protubérances qui la distingue des autres taxons de la série à ornementation aréolée d'autres taxons de la série. L'épine caudale est relativement courte [458]. Cosmopolite, c'est probablement le rotifère le plus fréquent à travers le monde [459]. Elle se nourrit d'algues et de bactéries [191 ; 436 ; 456] et est une

proie pour *Asplanchna* [429]. Sa présence a été liée à la pollution [439 ;458], mais ce lien semble dépendre de la minéralisation du milieu [441].

C'est la première citation de ce taxon en Algérie, trouvé dans cinq plans d'eau et principalement dans le réservoir de Taksebt (jusqu'à 907 individus/l) durant toutes les saisons.

**\**Keratella irregularis*** (Lauterborn, 1898): NEA, PAL (sa présence en AFR est douteuse)

*Anuraea irregularis* Lauterborn, 1898

Syn.: *Anuraea cochlearis* var. *irregularis* Lauterborn, 1898

Trouvée : {TA}

Ecologie : Espèce planctonique, sténotherme chaud, c'est une espèce saisonnière survenant à la fin du printemps avec un maximum en été et dont l'abondance décroît en début d'automne. Très semblable à *K. cochlearis*, elle s'en différencie par la morphologie dorsale de la lorica qui présente une petite plaque médiane de forme pentagonale, située légèrement à droite. Nipkow [460], a également souligné les différences entre la taille et la forme des œufs. Cosmopolite, elle a été souvent confondue avec *K. cochlearis*. Pour cette raison, *K. irregularis* ne figure pas dans la liste de De Ridder [79]. Sa présence dans nos prélèvements confirme sa présence en Afrique. Cette espèce n'a été récoltée que dans une seule localité (Taksebt S14) au mois d'octobre.

**\**Keratella lenzi*** Hauer, 1953: AFR, NEA, NEO, ORI

Trouvée : {TA}

C'est la première citation de ce taxon en Algérie; elle a été collectée surtout durant la période printanière et dans toutes les stations du réservoir de Taksebt.

**\**Keratella hiemalis*** Carlin, 1943: NEA, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Une confusion similaire se pose avec beaucoup d'autres espèces de Rotifères tels que *K. quadrata* et *K. cochlearis*. Des études phénotypiques et génotypiques faites par Derry et al., [461], ont montré que 17,3% de séquences de *Keratella hiemalis* sont différentes avec *K. quadrata* et 10,7% avec *K. cochlearis*

Ecologie : C'est une espèce d'eau froide sténotherme [462 ; 463]. Sa présence en Algérie et en Afrique est mentionnée pour la première fois. Récoltée durant la deuxième année d'échantillonnage au mois d'avril dans la station S4 à Boukourdane avec une abondance faible (8 individus/l).

\* ***Keratella mixta*** (Oparina-Charitonova, 1924)

*Anuraea mixta* Oparina-Charitonova, 1924

Syn.: *Anuraea cochlearis* var. *mixta* Oparina-Charitonova, 1924

Syn.: *Keratella mixta ahlstromiella* Berzins, 1961

Répartition géographique : NEA, ORI, PAL

Trouvée : {LE, TA, BO}

Son écologie n'est pas connue, nous l'avons récoltée seulement durant la fin de l'hiver et au printemps. Très fréquente dans les trois stations du plan d'eau de Taksebt, c'est sa première citation en Algérie et probablement en Afrique.

\****Keratella paludosa*** (Lucks, 1912): AFR, NEA, PAL

*Anuraea paludosa* Lucks, 1912

Trouvée: {TA, GR}

773 individus/l au total ont été récoltés dans le réservoir de Taksebt durant toute la période de notre échantillonnage.

\****Keratella procurva*** (Thorpe, 1891)

*Anuraea procurva* Thorpe, 1891

(Répartition géographique absente de Segers, 2007)

Trouvée : {TA}

Ecologie : *Keratella procurva* est considérée comme une espèce pansubtropical [244]. Jusqu'à présent, elle n'a été collectée que dans deux localités du Nord-Est de la péninsule ibérique (dans un étang artificiel des Arbdcies par Catalan [464] et aussi dans un étang artificiel de Tordera par De Manuel Barrabin (sous presse). Coussement et Dumont [465] ont trouvé *K. procurva* dans les monts de l'Atlas. Rotifère planctonique, cette espèce préfère coloniser de petits plans d'eau. Signalée pour la première fois en Algérie, elle est collectée dans la station profonde de Taksebt (S15) au mois d'avril avec un effectif très faible.

***Keratella quadrata quadrata* O.F.Muller, 1786**

Syn.: *Anuraea aculeata* Ehrenberg, 1832

Syn.: *Keratella quadrata neali* Berzivns, 1961

Syn.: *Keratella quadrata valgoidea* Edmonson et Hutchinson, 1934

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Statut : Cosmopolite.

Trouvée : {LE, TA, GR, BO, KE, CH}

Ecologie : Espèce planctonique, pérenne, elle présente une large tolérance vis-à-vis de la minéralisation et de la température. Polyphage, elle se nourrit de débris organiques et de bactéries, de Chlorophyceae, de Volvocales, d'Euglénales, de Chrysophyceae et de Diatomées centrales [436]. Sa lorica est presque rectangulaire; deux épines caudales sont insérées à la partie postéro-latérale de cette lorica. Extrêmement polymorphe et aussi dans la longueur des épines caudales [466 ; 467 ; 468 ; 469]. Les femelles sont mictiques et produisent des œufs de diapause [459]. Très fréquente dans les réservoirs étudiés dans toutes les stations échantillonnées durant toutes les saisons.

**\**Keratella reducta*** (Huber-Pestalozzi, 1929): AFR (Afrique du Sud)

*Anuraea reducta* Huber-Pestalozzi, 1929

Syn.: *Keratella tetracera* Hutchinson, 1961

Trouvée: {LE, TA}

Ecologie : Elle se nourrit de Chrysophyceae et de Volvocales [436].

Très fréquente surtout dans le plan d'eau de Taksebt de janvier à décembre, elle apparaît comme une espèce pérenne.

**\**Keratella testudo*** (Ehrenberg, 1832): AFR, NEA, PAL

*Anuraea testudo* Ehrenberg, 1832

Syn.: *Anuraea brevisp.ina* Gosse, 1854

Trouvée: {TA}

Ecologie : Espèce planctonique, elle fréquente surtout les petits cours d'eau alcalins [439 ; 440]. Selon Sladeczek [195], elle se nourrit de bactéries, de débris organiques, de Chlorococcales, d'Euglénales, de Cryptomonadines, de Chrysophyceae et de Diatomées. Sa lorica est de forme trapézoïdale avec une marge postérieure arrondie. Les épines sont très courtes, asymétriques et

légèrement divergentes. Cosmopolite, il s'agit d'une espèce rare, dans cette étude, et n'a été trouvée que dans des échantillons d'été et du début de l'hiver.

\* ***Keratella ticinensis*** (Callerio, 1921)

*Anuraea ticinensis* Callerio, 1921

Syn.: *Anuraea aculeata* var. *ticinensis* Callerio, 1921

Répartition géographique : NEA, PAL, AFR

Trouvée: {TA, BO, KE}

Ecologie : Cette espèce est considérée comme cosmopolite mais sa distribution actuelle est surtout européenne. Planctonique, elle préfère les plans d'eau dystrophiques [244]. Selon Ruttner-Kolisko ([187], *K. ticinensis* est une espèce de transition entre *K. quadrata* et *serrulata*. La lorica est ovale, arrondie et sans épines à l'extrémité postérieure. Elle émet une petite protubérance dans la partie dorsale de la lorica. Les œufs sont couverts par de petits piquants, avec des extrémités incurvées. Elle n'a été trouvée que dans des échantillons d'hiver et d'été. Sa récolte confirme sa présence sur le continent africain.

***Keratella tropica*** (Apstein, 1907): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Anuraea tropica* Apstein, 1907

Syn.: *Keratella quadrata valga asymmetrica* Uéno, 1938

Syn.: *Anuraea valga* var. *tropica* Apstein, 1907

Trouvée : {LE, TA}

Ecologie : Espèce planctonique, sténotherme, elle préfère les eaux alcalines et chaudes [458]. Son abondance indique une pollution organique et l'eutrophisation des écosystèmes [470 ; 448 ; 471]. Sa lorica est rectangulaire avec des épines postérieures inégales. Elle n'a été récoltée que dans deux plans d'eau situés à l'Est d'Alger. Il semble que cette espèce soit saisonnière.

\****Keratella valga*** (Ehrenberg, 1834): AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL  
(communément confuse avec *K. tropica*)

*Anuraea valga* Ehrenberg, 1834

Trouvée: {TA}

Ecologie : Espèce planctonique, eurytherme, elle vit dans les petits plans d'eau à faible alcalinité [472]. Sa nourriture de base est constituée par les

Cryptomonas et les Volvocales [436]. Très semblable à *K. tropica*, sa lorica est plus large à l'extrémité antérieure. Dans cette étude, quelques spécimens (4) ont été trouvés au mois d'avril dans la station S15 de Taksebt.

\* ***Notholca foliacea*** (Ehrenberg, 1838)

*Anuraea foliacea* Ehrenberg, 1838

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, PAL

Trouvée : {LE, TA, BO}

Ecologie : espèce planctonique eurytherme. Plus fréquente dans la région pélagique que dans le littoral. Elle se nourrit de Diatomées centrales et pennales [436]. Dans cette étude, elle a été recueillie dans les stations de trois réservoirs (S4, S11 et S14).

***Notholca squamula*** (Müller, 1786)

*Brachionus squamula* Müller, 1786

Syn.: *Notholca lapponica* Ruttner Kolisko, 1966

Syn.: *Notholca striata striata frigida* Rylov, 1922

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {BO, KE}

Ecologie : Rotifère planctonique, souvent associée à la zone littorale [439 ; 440] est une espèce sténotherme froide typique des lacs alpins [187]. Koste et Shiel [458] considèrent *N. squamula* comme spéciale dans son genre, parce qu'elle ne se trouve que dans les eaux au dessus de 15 °C. Elle se nourrit de préférence de Diatomées [439].

Elle a été observée seulement dans deux réservoirs aux stations S1, S2 et S6 en hiver et au début du printemps.

***Notholca sp.*** Trouvée : {BO, KE}. Présente durant la saison estivale et automnale, cette espèce rare est cantonnée au littorale dans les sites cités de cette étude.

Famille : Notommatidae Hudson et Gosse, 1886

***Cephalodella catellina*** (Müller, 1786) (inclut variant *minor* Zawadovsky, 1926)

*Cercaria catellina* Müller, 1786

Syn.: *Cephalodella armata* Rudescu, 1960

Syn.: *Cephalodella botezati* Rodewald, 1935

Syn.: *Cephalodella catellina natans* Berzins, 1976

Syn.: *Cephalodella myersi* Wiszniewski, 1934

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Espèce psammophile [473] et littorale, occasionnellement planctonique. Elle préfère les petites collections d'eau à pH légèrement acide mais peut vivre dans des eaux alcalines. *Cephalodella catellina* est une espèce largement répandue, que l'on peut rencontrer dans différentes eaux douces eutrophes.

Elle a été collectée dans une seule station dans le réservoir de Boukourdane (S6) avec un très faible nombre d'individus.

### ***Cephalodella gibba* (Ehrb, 1832)**

*Furcularia gibba* Ehrenberg, 1830

Syn. : *Cephalodella microdactyla* Koch-Althaus, 1963.

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée : {BO, KE, CH}

Ecologie : espèce commune des zones côtières, des plans d'eau douce et saumâtre, elle est souvent retrouvée dans la cavité branchiale de certains crustacés [474 ; 440]. Elle se nourrit d'algues unicellulaires, de ciliés et de flagellés[439]. C'est une espèce eurytherme mais qui préfère les eaux froides. Dans nos échantillons, elle n'a été observée que durant la saison printanière dans trois des six réservoirs.

**\**Cephalodella intuta intuta*** Myers, 1924: AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Cosmopolite, espèce eurytope littorale récoltée dans le périphyton parmi la végétation aquatique des eaux courantes et stagnantes mais se trouve également dans les tourbières et les marais [475].

Dans notre étude, elle a été récoltée avec un nombre d'individus égal à 7 dans la station littorale du lac de barrage de Boukourdane (S6).

**\**Cephalodella nana* Myers, 1924:** AUS, NEA, NEO, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

De cette espèce cosmopolite, présente surtout dans les tourbières, cinq individus ont été récoltés parmi la végétation dans les stations littorales du réservoir de Boukourdane (S5 et S6) au cours des deux années d'échantillonnage

**\**Cephalodella ventripes* (Dixon-Nuttall, 1901)**

(Inclut les sous espèces var. *angustior* Donner, 1950).

*Diaschiza ventripes* Dixon-Nuttall, 1901.

Répartition géographique : AUS, NEA, NEO, PAC, PAL

Trouvée: {CH}

Ecologie : Cette espèce littorale [476] est mentionnée pour la première fois en Algérie. Récoltée dans l'oued Chiffa durant le mois d'avril (température de l'eau = 15 °C, pH = 7,6), son apparition coïncide avec l'abondance de *Cladophora glomerata*, *Oedogonium sp.* et *Synedra sp.* Dans l'oued, cette espèce est périphytique.

**\**Enteroplea lacustris* Ehrenberg, 1830**

Répartition géographique : AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée: {CH}

Le genre est pour la première fois signalé en Algérie. Deux individus ont été récoltés au mois d'avril. Cette espèce périphytique semble affectionner les eaux de l'oued Chiffa durant la période printanière.

***Scaridium longicaudum* (Müller, 1786):** AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Selon Bokzurt et Goksu [477], cette espèce littorale montre une préférence pour la zone photique des lacs. C'est une espèce très rare, nageant lentement entre les macrophytes [474].

Nous l'avons récoltée au mois de Juin et Juillet avec en faible effectif, 5 individus dans la station littorale d'un seul réservoir.

\***Wierzejskiella sabulosa** (Wiszniewski, 1932): PAL

*Encentrum sabulosum* Wiszniewski, 1932

Trouvée : {BO}

Un seul spécimen a été récolté au mois de mai 2006.

Famille : Colurellidae Bartos, 1959

**Colurella adriatica Ehrenberg, 1831** (Inclut les sous-espèces var. *angusta* Donner, 1964; *lata* Donner, 1964 et Hauer (1924) eaux marines et froides).

Syn. : *Monura bartonia* Gosse, 1887

Syn. : *Colurus caudatus* Ehrenberg, 1834

Syn. : *Monura dulcis* Ehrenberg, 1838

Syn. : *Colurus leptus* Gosse, 1887

Syn. : *Colurus navalis* Lord, 1884

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée : {LE, CH}

Ecologie : espèce cosmopolite, euryhaline, elle vit dans la région littorale entre les macrophytes. Nous l'avons trouvée dans deux sites en faible abondance durant la période estivale.

**Colurella colurus** (Ehrenberg, 1830)

*Monura colurus* Ehrenberg, 1830

*Colurella colurus colurus* (Ehrenberg, 1830)

Syn.: *Colurus amblytelus* Gosse, 1886

Syn.: *Colurus grallator* Gosse, 1887

Syn.: *Monura loncheres* Gosse, 1887

Syn.: *Colurella longidigita* Mola, 1930

Syn.: *Colurus rotundatus* Daday, 1890

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL (marine et eaux douces)

Trouvée : {LE, BO, KE}

Ecologie : espèce euryhaline, elle présente des exigences écologiques similaires à l'espèce précédente. Nous l'avons récoltée seulement durant la période d'été avec un faible nombre d'individus dans les stations littorales des trois réservoirs cités.

**\**Colurella dicentra* (Gosse, 1887):**

*Colurus dicentrus* Gosse, 1887

Répartition géographique : NEA, NEO, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : espèce marine et d'eau douce. Un seul spécimen a été récolté au mois de mai 2006.

**\**Colurella monodactylos* Althaus, 1957**

Absente de la liste des Rotifères de Segers[428]

Trouvée: {CH}

Le genre est généralement cosmopolite [475], littoral et périphtique [478]. Un seul individu a été capturé au mois de juillet.

***Colurella obtusa* (Gosse, 1886)**

(Taxonomie incertaine; inclut les sous espèces var. *aperta* Hauer, 1936; *clausa* Hauer, 1936; *Oxicauda* Carlin, 1939).

*Colurus obtusus* Gosse, 1886

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA.

Trouvée: {CH}

Ecologie : Espèce probablement cosmopolite. Elle est eurypote et se retrouve dans les eaux stagnantes et également saumâtres. Deux spécimens ont été capturés l'un au mois d'avril, l'autre au mois d'août.

**\**Colurella uncinata uncinata* (Müller, 1773):** AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {LE}

Ecologie : Espèce périphtique occasionnellement planctonique, elle tolère une large gamme de minéralisation. Dans cette étude, elle n'a été trouvée que dans la station littorale de l'oued Lakhal, du mois de juillet au mois de novembre avec une densité élevée (586 individus/l).

***Colurella* sp.** Trouvée: {BO, KE}. Seulement deux spécimens ont été rencontrés durant toute la période d'échantillonnage.

Famille: Lepadellidae Harring, 1913

***Lepadella (Lepadella) acuminata*** (Ehrenberg, 1834): (incl. variant *sexcostata* Bartos, 1965)

*Metopidia acuminata* Ehrenberg, 1834

Syn.: *Lepadella chorea* Berzins, 1982

Syn.: *Lepadella sexcostata* Bartos, 1955

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie: Espèce périphtique, elle peut à l'occasion se retrouver dans le plancton. Selon Koste [244], elle préfère les eaux légèrement acides. C'est une espèce commune et très fréquente dans les lacs de haute montagne [479 ; 480].

Elle a été trouvée dans une seule localité aux mois d'avril et de mai avec un très faible nombre d'individus (4) durant toute la période d'échantillonnage.

\****Lepadella (Lepadella) adjuncta*** Donner, 1943: PAL

Trouvée : {TA, BO}

Deux individus ont été récoltés dans les stations S6 et S13. Peu de données écologiques sont disponibles sur cette espèce.

***Lepadella (Lepadella) ovalis*** (Müller, 1786):

*Brachionus ovalis* Müller, 1786

Syn.: *Metopidia affinis* Bergendal, 1892

Syn.: *Metopidia lepadella* Ehrenberg, 1832

Syn.: *Mytilina lepidura* Bory de St. Vincent, 1826

Syn.: *Lepadella rotundata* Dujardin, 1841

Syn.: *Metopidia solidus* Gosse, 1851

Syn.: *Lepadella velazmedrani* Pardo, 1934

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {TA, BO}

Ecologie: Espèce planctonique, commune aux zones littorales entre les macrophytes, elle est euryhaline [440]. Quelques spécimens ont été récoltés durant cette étude.

***Lepadella (Lepadella) patella* (Müller, 1773)**

La taxonomie et la nomenclature des variantes de *L. patella* sont confuses. Seules les espèces les plus communes et leurs synonymes ont été inventoriés.

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée : {BO, CH}

Ecologie: Rotifère littoral périphytique, il est parfois signalé en milieu ouvert et en eaux courantes [187 ; 441 ; 439 ; 440]. Cette espèce est considérée comme une espèce indicatrice des eaux eutrophes [481 ; 482].

Un seul spécimen a été récolté au mois d'août dans l'oued Chiffa. Dans le lac de Boukourdane, l'espèce a été signalée durant le printemps et le début de l'été avec une faible abondance. Il semble que cette espèce soit rare et saisonnière.

**\**Lepadella (Lepadella) quadricarinata* (Stenroos, 1898):** (incl. variant *octocarinata* Wulfert,

1939, *sexcarinata* Klement, 1959, *procera* Klement, 1959)

*Metopidia quadricarinata* Stenroos, 1898

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {BO}

Trois spécimens seulement ont été collectés au mois de mai dans la station S5.

Peu de données écologiques sont disponibles sur cette espèce.

**\**Lepadella (Lepadella) triba* Myers, 1934:** AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

Un seul individu a été récolté au mois de mai dans la station S6. Peu de données écologiques sont disponibles sur cette espèce.

***Lepadella sp.*** Trouvée {BO}. Un seul spécimen a été rencontré au mois de mai dans la S6.

**\**Heterolepadella heterodactyla* Fadeew, 1925** (absente de la nomenclature de Segers)

Trouvée: {BO}. Deux spécimens ont été rencontrés au mois de mai dans la S4. Peu de données écologiques sont disponibles sur cette espèce.

Famille : Dicranophoridae Haring, 1913

***Dicranophorus caudatus* (Ehrb, 1834)**

Cette espèce est absente dans la liste de Segers (2007).

Trouvée : {LE, CH}

La majorité des espèces de Rotifères dicranophorides sont une composante de la méiofaune d'eau douce vivant dans le périphyton et dans la région benthique des eaux intérieures [483]. Certaines espèces, se trouvent régulièrement dans les interstices entre les grains de sable des lacs, les étangs et les lits des rivières. En milieu marin, leur nombre d'espèces de ce groupe est limité [484]. Quelques spécimens ont été rencontrés au mois de juin dans les deux sites cités précédemment.

Famille : Euchlanidae Ehrenberg, 1838

\* ***Euchlanis callimorpha*** Berrzins, 1957: AFR

Trouvée : {TA}. Un seul spécimen a été collecté dans la station S13 au mois de juillet. Peu de données écologiques sont disponibles sur cette espèce.

***Euchlanis dilatata dilatata* Ehrb, 1832**

Syn. : *Euchlanis hipposideros* Gosse, 1851

Syn. : *Euchlanis uniseta* Leydig, 1854

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée : {BO, CH}

Ecologie : Cette espèce fréquentant surtout les petits cours d'eau a été retrouvée souvent parmi les macrophytes. Elle tolère des concentrations modérées de la salinité mais peut se retrouver dans les eaux saumâtres. Elle préfère les lacs eutrophes, surtout lorsque les Cyanobactéries sont abondantes. Pejler [467] remarque que cette espèce apparaît fréquemment attachée à des colonies d'algues planctoniques. D'après Carlin [485], elle se nourrit de détritiques organiques, de bactéries, de cyanobactéries et de *Cyclotella* mais peut également se nourrir de Diatomées, de Desmidiacées et d'autres algues [187].

Distribution dans les réservoirs: Dans cette étude, elle a été identifiée dans les échantillons, de deux plans d'eau durant le printemps et surtout en été.

\* ***Euchlanis deflexa*** (Gosse, 1851):

*Dapidia deflexa* Gosse, 1851

Syn.: *Euchlanis calpidia* Myers, 1930

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Espèce cosmopolite et rare, elle se trouve surtout dans la région littorale, elle est occasionnellement pélagique [486].

Un seul spécimen a été récolté au mois de mai 2006 dans la station S6.

***Euchlanis dilatata lucksiana* (Hauer, 1930)**

Syn. : *Euchlanis dilatata crassa* Myers, 1938

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {TA, CH}

Cette espèce présente les mêmes caractéristiques écologiques qu'*E. dilatata*. Dans cette étude, elle semble plus abondante dans les eaux courantes (oued Chiffa) au printemps et en été.

***Euchlanis incisa incisa* Carlin, 1939**

(Inclut la sous espèce var. *mucronata* Ahlstrom, 1934)

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée : {BO, CH}

Ecologie : Selon Kost et Schiel [486], cette espèce est cosmopolite, littorale et rare.

Récoltée dans les eaux lenticules et lotiques, dans cette étude, elle semble rare et préfère les eaux courantes.

\****Euchlanis lyra*** Hudson, 1886:

Syn.: *Euchlanis myersi* Kutikova, 1959

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO

Trouvée : {BO}

Ecologie : Cosmopolite, littorale, s'observe surtout au cours des inondations [486]. C'est également une espèce rare.

Un seul spécimen a été identifié au mois de mai dans la station S5 au mois de mars 2006.

**\**Euchlanis meneta* Myers, 1930**

Syn. : *Euchlanis proxima* Myers, 1930

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée: {CH}

Ecologie : Espèce très rare, elle préfère les eaux légèrement acides ; elle est souvent périphtyque et vit accrochée aux macrophytes [487 ;486].

Espèce littorale dans le site étudié, elle a été observée du mois d'avril au mois de septembre.

**\**Euchlanis phryne* Myers, 1930**

Répartition géographique : AUS, NEA.

Trouvée: {CH}

Ecologie : Rencontrée surtout en été dans un étang en Amérique centrale. Sa présence pour la première fois en Algérie étend sa répartition géographique à l'Afrique.

***Euchlanis triquetra* Ehrb, 1838**

Syn. : *Euchlanisbrahmae* Dhanapathi, 1976

Syn. : *Dapidia carinata* Carlin-Nilson, 1934

Syn. : *Dapidia lata* Carlin-Nilson, 1934

Syn. : *Euchlanis longobardica* Manfredi, 1927

Syn. : *Euchlanis pellucida* Haring, 1921

Syn. : *Euchlanis triquetra pterigoidea* Grese, 1955

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {TA, BO, CH}

Ecologie: C'est une espèce cosmopolite, littorale retrouvée souvent dans les eaux peu profondes [475].

Au cours de nos échantillonnages, cette espèce a toujours été trouvée en un faible nombre d'individus. Espèce saisonnière, elle n'est présente que durant deux saisons (printemps et début de l'été).

***Euchlanis sp.*** Trouvée {BO} ; Deux spécimens seulement ont été récoltés durant toute la période de notre collecte.

Famille: Epiphanidae Harring, 1913

\****Epiphanes clavulata*** (Ehrenberg, 1832): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Notommata clavulata* Ehrenberg, 1832

Trouvée : {LE}

Ecologie: Espèce planctonique et sténotherme. C'est une espèce rare qui n'a été identifiée que dans un seul échantillon provenant de la région pélagique de la retenue du barrage de Lakhel (S11).

\* ***Microcodides chlaena*** (Gosse, 1886)

*Stephanops chlaena* Gosse, 1886

Syn.: *Mikrocodides dubius* Bergendal, 1892

Syn.: *Mikrocodides mobilis* Rodewald, 1940

Syn. : *Rhinops orbiculodiscus* Thorpe, 1891

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée: {CH}

Ecologie : *Microcodides* est un genre nouveau pour l'Algérie. *M. chlaena* est psammophile, et se nourrit d'algues unicellulaires [488].

Famille : Lecanidae Remane, 1933

***Lecane arculeata*** (Jakubski, 1912)

*Distyla arculeata* Jakubski, 1912

Syn. : *Lecane curvicerata* Yamamoto, 1951

Répartition géographique : AFR, AUS, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée: {CH}

Ecologie: Cette espèce sténotherme, est généralement trouvée entre les algues et les mousses en été dans les eaux courantes [489]. Nous l'avons également capturée dans les eaux courantes de l'oued Chiffa.

***Lecane bulla bulla*** (Gosse, 1851)

Syn.: *Monostyla bipes* Stokes, 1896

Syn.: *Monostyla bulla constricta* Sudzuki, 1992

Syn.: *Monostyla bulla dentata* Sudzuki, 1992

Syn.: *Lecane bulla diana* Abdullaev, 1989

Syn.: *Lecane bulla kutikovae* Naberezhnyi et Irmasheva, 1975

Syn.: *Monostyla goniata* Haring et Myers, 1926 (synonyme occasionnellement considéré comme une sous espèce de *L. bulla*)

Syn.: *Monostyla ozolini* Berzins, 1943

Syn.: *Lecane physalis* Wulfert, 1939 (incl. *L. styrax longistyla* (Weisig, 1928))

Répartition géographique: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {TA, BO, KE}

Ecologie: Espèce périphytique trouvée dans les rivières et les petits plans d'eau, parfois dans le plancton, sa présence dans la zone pélagique est en relation avec le mélange des eaux en hiver [19]. Elle a été trouvée dans une large gamme de conditions trophiques [245].

*L. bulla* a été récoltée dans les stations peu profondes. Très abondante dans le barrage de Boukourdane du mois d'avril au mois de juin, elle présente un pic d'abondance au mois de mai.

**\**Lecane closterocerca*** (Schmarda, 1859)

*Monostyla closterocerca* Schmarda, 1859

Syn.: *Monostyla brodskii* Muraveisky, 1935

Syn.: *Lecane closterocerca amazonica* Koste, 1978

Syn.: *Monostyla eichsfeldica* Künne, 1926

Syn.: *Monostyla latvica* Berzins, 1943

Syn.: *Lecane wulferti* Hauer, 1956

Répartition géographique: AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie: Rotifère benthique et littoral, bien que souvent il migre vers le plancton (Ruttner-Kolisko, 1974). On le trouve également dans les eaux courantes [439 ; 489]. Rare, il n'a été collecté que dans un seul échantillon au mois de mai 2006 dans les couches superficielles.

**\**Lecane crenata*** (Haring, 1913): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Monostyla crenata* Haring, 1913

Trouvée : {BO}

Ecologie: Koste et Shiel [489] signalent cette espèce comme thermophile et rare. Elle a été collectée dans un seul échantillon au mois de mai 2006 dans la zone littorale de la station S5.

**\**Lecane doryssa* Harring, 1914**

Répartition géographique : AFR, AUS, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {LE, KE, CH}

Ecologie: Espèce périphytique et rare, elle préfère les eaux acides [489]. Elle a été récoltée au mois de juillet dans le barrage de Lakhel et au mois de mai dans le barrage de Keddara.

**\**Lecane lamellata* (Daday, 1893): NEA, PAL**

*Monostyla lamellata* Daday, 1893

Syn.: *Monostyla appendiculata* Skorikov, 1898 (*non* Levander (1894))

Trouvée : {BO}

Ecologie: Espèce rare, halophile et souvent trouvée dans les eaux salines [489].

Un seul spécimen seulement a été récolté au mois d'avril.

**\**Lecane hamata* (Stokes, 1896): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL**

*Monostyla hamata* Stokes, 1896

Syn.: *Lecane hamata victoriensis* Koste et Shiel, 1980

Trouvée : {KE}

Ecologie: Ce rotifère littoral et eurytope, est souvent trouvé dans les masses d'eau de petite taille et parfois dans le plancton [439].

Rare, elle a été observée à faible densité (<1 individus/l) dans la zone pélagique de la retenue du barrage de Keddara (S3) en 2007.

**\* *Lecane papuana* (Murray, 1913)**

*Cathypna papuana* Murray, 1913

Syn.: *Lecane kasumiensis* Sudzuki, 1998

Syn.: *Lecane presumpta* Ahlstrom, 1938

Syn.: *Lecane yamunensis* Novotna-Dvorakova, 1963

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée: {CH}

Ecologie: Observée entre les macrophytes dans les eaux peu profondes, c'est une espèce rare [489]. Elle est cosmopolite, strictement périphytique et sténotherme [478]. Elle a été signalée en Mauritanie par De Ridder [490], au Nigeria par Bidwell et Clarck [491], en Tanzanie par Bailey *et al.*, [492], au sud du Soudan et au Zimbabwe par Green [493]. Dans cette étude, deux individus ont été récoltés au mois de juillet, période où le débit d'eau est faible et le phytoplancton est constitué par *Chlorella sp.*, *Spirogyra crassa*, *Synedra sp.* et *Navicula sp.*

***Lecane punctata*** (Murray, 1913)

*Monostyla punctata* Murray, 1913

Syn.: *Lecane aguessei* De Ridder, 1960

Syn.: *Monostyla harringi* Ahlstrom,

Répartition géographique : AFR, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {LE, TA, BO, CH}

*Lecane punctata* a été récoltée dans quatre plans d'eau, avec de très faibles densités (<1 individus/l).

**\**Lecane quadridentata*** (Ehrenberg, 1830)

*Monostyla quadridentata* Ehrenberg, 1830

Syn.: *Monostyla bicornis* Daday, 1897

Syn.: *Lecane quadridentata arthrodactyla* Berzins, 1982

Syn.: *Monostyla sexidentata* Van Oye, 1926

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Cette espèce sténotherme (chaud), cosmopolite, est rencontrée dans la zone littorale (périphyton) parmi la végétation submergée dans les eaux stagnantes et courantes et dans les tourbières [489].

Un seul spécimen a été collecté durant le mois de mai dans la S6.

***Lecane luna*** (Müller, 1776)

Syn. : *Cercaria luna* Müller, 1776

Syn. : *Lecane dorsicalis* Arora, 1965

Syn. : *Lecane jobloti* Bory de St. Vincent, 1827

Syn. : *Lecane luna balatonica* Varga, 1945

Syn. : *Lecane submagna* De Ridder, 1960.

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL.

Trouvée : {TA, BO, KE, CH}

Ecologie: Cette espèce littorale et périphytique est eurytope, commune dans les eaux douces [440]. Elle a été trouvée dans des échantillons de plancton de quatre réservoirs, au printemps et en été, répartie uniformément.

***Lecane lunaris*** (Ehrenberg, 1832): (Morphologiquement taxon variable)

*Monostyla lunaris* Ehrenberg, 1832

Syn.: *Monostyla constricta* Murray, 1913

Syn.: *Lecane lunaris arthrodactyla* Berzins, 1982

Syn.: *Lecane lunaris australis* Berzins, 1982

Syn.: *Monostyla lunaris obserata* Steinecke, 1916

Syn.: *Monostyla quennerstedti* Bergendal, 1892

Syn.: *Monostyla sylvatica* Haring, 1913

Syn.: *Monostyla virga* Haring, 1914

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {LE, BO, KE}

Ecologie: Littorale, elle peut être considérée comme planctonique. Eurytope, elle préfère les eaux eutrophes. Elle a été trouvée dans quatre réservoirs (4), au printemps et en été.

**\**Lecane monostyla*** (Daday, 1897)

*Monostyla monostyla* Daday, 1897

Syn.: *Monostyla sp.inifera* Idelson, 1924

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée: {LE, BO, KE}

Ecologie : Cette espèce thermophile se rencontre surtout en été [489].

Au cours de cette étude, elle est apparue comme une espèce de printemps.

**\**Lecane subtilis*** Haring et Myers, 1926

Syn. : *Lecane apatinensis* Zivkovic, 1987

Syn. : *Lecane murrayi* Korde, 1927

Répartition géographique : AFR, NEA, NEO, PAL.

Trouvée: {CH}

Ecologie: Trois individus ont été capturés au mois de juillet. Peu de données écologiques sont disponibles sur cette espèce.

***Lecane sp.1.*** Trouvée: {LE}

***Lecane sp.2.*** Trouvée : {LE}

Famille: Gastropodidae Remane, 1933

\****Ascomorpha ecaudis*** Perty, 1850

Syn.: *Ascomorpha germanica* Leydig, 1854

Syn.: *Ascomorpha helvetica* Perty, 1852

Syn.: *Sacculus viridis* Gosse, 1851

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, ORI, PAL

Trouvée : {LE}

Ecologie : Cette espèce planctonique, parfois présente dans le périphyton préfère les eaux chaudes. Selon Pourriot [191], elle se nourrit d'algues flagellées (*Chlamydomonas*, *Trachelomonas*, *Cryptomonas*). Stemberger et Gilbert [494] ont noté l'importance de la masse de mucus secrétée pour la capture de la nourriture. Cette masse se trouve autour de l'animal (mais généralement absente dans le matériel prélevé). La nourriture est prise dans le mucus, puis ainsi portée vers la bouche grâce à un courant provoqué par le mouvement des cils. Le mucus sert aussi à protéger l'animal contre certains prédateurs. *A. ecaudis* peut avoir des algues symbiotiques (*Zoochlorella*) au sein des cellules de la paroi de l'estomac.

Rare, elle a été trouvée dans un seul site au cours de cette étude en juillet et en août avec un nombre d'individus très faible (17 individus/l au total durant toute la période d'échantillonnage).

***Ascomorpha ovalis*** (Bergendal, 1892): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Anapus ovalis* Bergendal, 1892

Syn.: *Sacculus cuirassis* Hood, 1894

Syn.: *Chromogaster testudo* Lauterborn, 1893

Trouvée : {LE, TA}

Ecologie : Espèce planctonique fréquentant les lacs et les étangs. Elle préfère les eaux alcalines et bicarbonatées. Elle se nourrit de dinophytes en particulier de *Ceratium*. Le maximum de son abondance coïncide avec celui de *Ceratium* ([187]).

Très commune avec des abondances très élevées, il semble que cette espèce soit pérenne dans ces lacs cités précédemment.

\* ***Gastropus stylifer*** (Imhof, 1891)

*Notops stylifer* Imhof, 1891

Syn.: *Sacculus orbicularis* Kellicott, 1897

Syn.: *Hudsonella picta* Zacharias, 1893

Syn.: *Hudsonella pygmaea* Zacharias, 1894

Syn.: *Notops pygmaeus* Calman, 1892

Syn.: *Hudsonia ruber* Hood, 1893

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, PAL

Trouvée : {LE, GR, BO, KE}

Ecologie : Espèce planctonique et sténotherme (chaud), cosmopolite, elle se trouve souvent accrochée aux assemblages de quelques algues coloniales comme les *Volvox* et les *Dinobryon*, selon Braioni et Gelmini [439]. Elle a été rencontrée surtout durant la période printanière et le début de l'été ; elle est abondante dans le réservoir de Ghrib.

.

Famille : Trichotriidae Haring, 1913

***Macrochaetus sp.*** Trouvée: {KE}

Ce genre est sténotherme et rare, c'est la première fois qu'il est cité en Algérie.

\* ***Trichotria tetractis similis*** (Stenroos, 1898)

*Dinocharis tetractis similis* (Stenroos, 1898)

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {TA, CH}

Ecologie : Espèce périphytique retrouvée parfois dans le plancton, elle se nourrit d'algues, principalement de diatomées et de phytobenthos. Elle tolère une large gamme de minéralisation.

Elle est apparue au mois d'octobre dans le lac de Taksebt et au mois d'avril dans l'oued Chiffa avec une densité très faible (inférieure à 1 individu/l).

\* ***Trichotria tetractis tetractis*** (Ehrenberg, 1830): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Syn.: *Dinocharis pauper* Ehrenberg, 1830 (*T. paupera* auct. (lapsus))

Syn.: *Dinocharis quadrangularis* Stirnemann, 1926

Trouvée : {TA, BO}

Ecologie : même affinités écologiques que *T. tetractis similis*.

***Trichotria sp.*** Trouvée {BO}. Un seul spécimen a été récolté dans la station S6 au mois de mai.

Famille: Mytilinidae Bartos, 1959

\****Mytilina bisulcata*** (Lucks, 1912): AFR, AUS, NEO, ORI, PAL

*Diplax bisulcata* Lucks, 1912

Trouvée : {BO}

Ecologie : Selon Koste et Schiel [489], cette espèce vit dans les tourbières et dans les eaux chargées de matières organiques en décomposition.

Quelques individus ont été récoltés du mois d'avril au mois de décembre 2005 (absente au mois de juin) et un seul individu au mois de mai 2006.

***Mytilina mucronata*** (Müller, 1773)

*Brachionus mucronatus* Müller, 1773

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Cosmopolite, rencontrée surtout dans les lacs mésotrophes ou eutrophes, souvent pélagique dans les lacs peu profonds, cette espèce préfère la zone littorale où elle vit accrochée aux macrophytes.

Un seul spécimen a été retrouvé au mois de mai 2006.

\****Mytilina ventralis ventralis*** (Ehrenberg, 1830)

Syn.: *Salpina ceylonica* Daday, 1896

Syn.: *Salpina cortina* Thorpe, 1891

Syn.: *Salpina eustala* Gosse, 1886

Syn.: *Salpina macracantha* Gosse, 1886

Syn.: *Salpina similis* Stokes, 1896

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie : Cosmopolite, elle présente les mêmes caractéristiques écologiques que la précédente. C'est sa première citation en Algérie. Un seul spécimen a été récolté au mois de mai 2006 dans la station S6.

\* ***Lophocharis oxysternon*** (Gosse, 1851): AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Metopidia oxysternon* Gosse, 1851

Trouvée : {BO}

Ecologie : Cosmopolite, c'est une espèce benthique qui habite les eaux douces ; on l'observe parfois dans le plancton [244 ; 495]. Elle a été collectée au mois de juin dans la station S4.

\* ***Lophocharis salpina*** (Ehrenberg, 1834)

*Lepadella salpina* Ehrenberg, 1834

Syn.: *Lophocharis lepadelloides* Rodewald, 1935

Syn.: *Lophocharis parvidentata* Hauer, 1937

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {LE, BO}

Ecologie: Espèce périphtyque [496], elle peut, à l'occasion, être pélagique. Elle préfère les eaux alcalines et se retrouve souvent dans des lacs eutrophes. C'est une espèce cosmopolite, mais rare ; elle n'a été rencontrée que dans deux réservoirs, principalement dans des échantillons de printemps avec un nombre d'individus très faible.

\* ***Polyarthra euryptera*** Wierzejski, 1891: NEA, ORI, PAL

Syn.: *Polyarthra latiremis* Imhof, 1891

Trouvée: {TA, BO}

Ecologie: Espèce planctonique, sténotherme (chaud), elle préfère une faible alcalinité et les eaux eutrophes. Elle est saisonnière sous les latitudes de la Méditerranée, avec un maximum en été. Elle est plus abondante dans

l'épilimnion pendant la période de stratification. *P. euryptera* peut être une proie occasionnelle pour certains Rotifères prédateurs comme *Asplanchna girodi* et *Ploesoma hudsoni* [469].

Elle a été récoltée dans deux sites à la fin de l'hiver et au printemps. L'espèce semble être très rare.

***Polyarthra dolichoptera*** Idelson, 1925: AFR, AUS, NEA, ORI, PAC, PAL

Syn.: *Polyarthra platyptera*.

Trouvée: {LE, TA, GR, BO, KE}

Ecologie : Espèce planctonique, sténotherme (froid); elle tolère des concentrations faibles en oxygène [187]. Pourriot [436] a mentionné que *Polyarthra* se nourrit principalement de Cryptomanadaceae, de Chrysophyceae et de Diatomées centrales. Guiset [469] a trouvé fréquemment *P. dolichoptera* dans le contenu de l'estomac d'*Asplanchna* et de *Ploesema*. Cosmopolite. Il semble qu'elle soit commune dans nos barrages (espèce pérenne) et sa survenue est plus élevée en hiver qu'en été. Durant la période de stratification, nous supposons qu'elle se limiterait dans l'hypolimnion.

***Polyarthra remata*** Skorikov, 1896: AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Syn.: *Polyarthra platyptera*

Trouvée: {LE, TA, GR, BO, KE}

Ecologie : Espèce planctonique, parfois elle peut se trouver parfois dans des zones littorales [468]. Son abondance est fortement corrélée avec la température. Elle préfère les eaux alcalines et se nourrit principalement de flagellés. On la trouve souvent associé à d'autres espèces de *Polyarthra*. Elle est généralement une proie pour *Ploesoma hudsoni* et les espèces du genre *Asplanchna* [469]. Cosmopolite, elle a été retrouvée dans presque tous nos plans d'eau et semble fréquente durant la période de stratification. C'est une espèce pérenne, observée durant toutes les saisons.

Son absence du continent africain sur la liste de Segers [428] est douteuse car De Ridder ([79] a cité cette espèce dans son inventaire.

***Polyarthra vulgaris*** Carlin, 1943: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Syn.: *Polyarthra trigla* auct.

Trouvée : {LE, TA, BO}

Ecologie: Espèce planctonique, eurytherme et pérenne, elle préfère les eaux superficielles oxygénées (elle est rarement trouvée dans l'hypolimnion). Selon Pourriot [436], elle se nourrit de *Cryptomonas*, de Chrysophyceae et de Diatomées centrales. Guiset [469] a observé que *P. vulgaris* était une proie fréquente d'*Asplanchna* et de *Ploesoma*.

Moins abondante que les deux espèces précédentes, elle a été trouvée surtout dans les échantillons du printemps.

\****Synchaeta oblonga*** Ehrenberg, 1832: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {LE}

Ecologie : Espèce planctonique, eurytherme, son abondance est plus élevée en hiver. Elle fréquente surtout les eaux alcalines et eutrophes. Haute tolérance à la salinité, elle se nourrit de Cryptomonadaceae et de Diatomées centrales [497]. Elle porte souvent ses œufs pendant une courte période. *S. oblonga* est une proie commune des *Asplanchna* [469]. C'est sa première citation en Algérie, retrouvée dans une seule localité avec un nombre d'individus faible, il semble que cette espèce soit rare dans notre pays.

Famille : Trichocercidae Remane, 1933

\* ***Trichocerca cylindrica*** (Imhof, 1891): *Mastigocerca cylindrica* Imhof, 1891

Syn.: *Mastigocerca elegans* Meissner, 1902

Syn.: *Mastigocerca hamata* Zacharias, 1897

Syn.: *Mastigocerca hamata bologonensis* Minkiewicz, 1900

Syn.: *Mastigocerca setifera* Lauterborn, 1893

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {LE, BO}

Ecologie : Espèce planctonique, sténotherme (chaud), elle préfère les concentrations faibles en calcium. C'est la seule espèce de ce genre qui « couve » ses œufs. Phytophage, elle se nourrit d'algues, de préférence les Chrysophyceae [497].

Dans notre étude, elle apparaît comme une espèce rare, elle n'a été récoltée que durant le printemps avec un effectif faible.

\* ***Trichocerca collaris*** (Rousselet, 1896): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Rattulus collaris* Rousselet, 1896

Trouvée : {BO}

Ecologie : Espèce préférant les eaux acides, elle se nourrit de fragments de Diatomées et de Desmidiées qu'elle suce [498 ; 499].

Nous ne l'avons rencontrée qu'une seule fois au mois d'avril dans un seul site. Il semble que ce soit une espèce rare.

\****Trichocerca elongata*** (Gosse, 1886): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Mastigocerca elongata* Gosse, 1886

Trouvée : {LE}

Ecologie : Selon Koste [244 ], Shiel et Koste [500]), c'est une espèce littorale parfois pélagique dans les eaux douces. Récoltée au mois de mai avec un très faible nombre d'individus dans un seul site à l'Est du pays.

\* ***Trichocerca ruttneri*** Donner, 1953: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {LE, BO, KE}

Ecologie : Espèce cosmopolite, elle tolère des variations de pH mais préfère les eaux alcalines. Elle se nourrit de *Mougeotia* et de *Spirogyra* ([501]). Trouvée dans nos échantillons de mars à mai, elle apparaît comme une espèce saisonnière.

\* ***Trichocerca stylata*** (Gosse, 1851): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

*Monocerca stylata* Gosse, 1851

Trouvée : {LE, BO}

Ecologie : Cette espèce planctonique vit dans les petits plans d'eau, mais aussi dans les lacs et les réservoirs. Parfois, elle fixe ses œufs sur d'autres Rotifères planctoniques. Elle se nourrit des œufs d'autres Rotifères planctoniques [497]. C'est une espèce cosmopolite, mentionnée pour la première fois en Algérie, elle a été récoltée seulement dans deux réservoirs durant la saison printanière avec un faible effectif.

\* ***Trichocerca tigris*** (Müller, 1786)

*Trichoda tigris* Müller, 1786

Syn.: *Heterognathus macrodactylus* Schmarda, 1859

Répartition géographique : AFR, ANT, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {LE, BO}

Ecologie : Espèce planctonique, elle préfère les lacs oligotrophes. Elle dépose ses œufs à l'intérieur des algues (*Aulaucoseria*, *Fragilaria* et *Dinobryon*) [436].

Le nombre d'individus dans nos récoltes est faible. Il semble que c'est une espèce rare en Algérie qui n'est apparue que durant le printemps.

Ordre: Flosculariacea Haring, 1913

Famille: Testudinellidae Haring, 1913

\* ***Ptygura mucicola*** (Kellicott, 1888)

Considérée parfois comme une sous espèce var. *P. melicerta*.

*Oecistes mucicola* Kellicott, 1888

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL.

Trouvée : {BO, KE, CH}

Ecologie: Repérée au lac Tanganyika par Coulter en 1987 [502]. Elle est pour la première fois signalée en Algérie.

***Pompholyx sulcata*** Hudson, 1885: AFR, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {LE, TA}

Ecologie : Espèce planctonique et eurytherme en eaux douces; cosmopolite, elle a été trouvée sur les macrophytes [439]. Elle se nourrit de détritus et de bactéries [436]. Certains auteurs la considèrent comme une espèce indicatrice d'un état d'eutrophisation [439]. Les œufs sont attachés à la lorica par une structure filiforme. C'est une proie pour *A. girodi* [429]. Cosmopolite, son abondance dans nos réservoirs est faible. Elle est plus fréquente pendant la période printanière.

***Pompholyx complanata*** Gosse, 1851: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {LE, TA}

Ecologie : Espèce plus abondante dans les lacs que dans les rivières, elle se retrouve généralement dans les eaux mésotrophes [503 ; 504].

Elle a été récoltée dans les barrages situés à l'Est avec une abondance assez élevée dans le réservoir de Taksebt, où elle est pérenne.

\****Pompholyx triloba*** Pejler, 1957: NEA, PAL

Trouvée: {TA, BO}

Ecologie : Trouvée dans les zones littorales et les eaux eutrophes. Très peu d'individus ont été récoltés au mois d'avril. Sa présence est suspecte et il faudra d'autres campagnes d'échantillonnages pour confirmer ou infirmer sa présence.

\****Testudinella caeca*** (Parsons, 1892): AFR, NEA, NEO, PAL (incl. Les sous espèces variant *lermaensis*Ahlstrom, 1932 and *haueri* Wiszniewski, 1954)

*Pterodina caeca* Parsons, 1892

Trouvée : {BO}

Ecologie : Cette espèce peut se fixer temporairement sur les débris végétaux et sécréter un tube. Quelques spécimens ont été récoltés dans les stations S5 et S6 durant mai 2005 et avril, mai 2006.

\* ***Testudinella carlini*** Bartoš, 1951: PAL

Trouvée : {BO}. Un seul spécimen a été collecté au mois de mai à la station littorale (S6). Sa présence est suspecte et il faudra d'autres campagnes d'échantillonnages pour confirmer ou infirmer sa présence.

\* ***Testudinella emarginula*** (Stenroos, 1898): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Pterodina emarginula* Stenroos, 1898

Trouvée: {TA, BO}

Ecologie : Espèce périphtique, elle peut être retrouvée parfois dans le plancton. Sténotherme (froide), elle tolère une eau très alcaline mais peut vivre aussi dans une eau légèrement acide. Son autoécologie n'est pas bien connue. Kutikova [505] l'a signalée comme une espèce typique des eaux peu profondes et eutrophes. Elle a été trouvée dans des échantillons d'hiver avec un nombre d'individus très faible.

**\**Testudinella incisa*** (Ternetz, 1892): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {BO}

Ecologie: Espèce cosmopolite des eaux douces et saumâtres, sténotherme (froid) qui tolère les variations du pH [488].

Quelques spécimens ont été récoltés en avril et mai. Cette espèce rare est pour la première fois citée en Algérie.

***Testudinella patina*** (Hermann, 1783): (incl. la sous espèce variant *lindbergi* Berzins)

*Brachionus patina* Hermann, 1783

Syn.: *Pterodina intermedia* Anderson, 1889

Syn.: *Testudinella pseudoelliptica* Bartoš, 1951

Syn.: *Testudinella sculpturata* Bartoš, 1951 (synonyme occasionnellement considéré comme une sous espèce variant de *T. patina*)

Syn.: *Pterodina trilobata* Anderson et Shephard, 1892

Syn.: *Testudinella trilobata haterumensis* Sudzuki, 1992

Syn.: *Testudinella trilobata triangularis* Sudzuki, 1992

Syn.: *Pterodina valvata* Hudson, 1871

Répartition géographique : AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

Trouvée : {LE, TA, GR, BO, KE}

Ecologie : Espèce planctonique et littorale [19 ; 187 ; 440], elle se retrouve en abondance dans le plancton quand il y a abondance de phytobenthos et de macrophytes. Espèce eurytherme et euryhaline, elle tolère une forte salinité. Elle se nourrit principalement de *Chlorella* et de diatomées [439 ; 440]. Cosmopolite, elle a été récoltée dans presque toutes les stations d'étude. Elle est plus fréquente au printemps et en automne.

**\**Testudinella truncata*** (Gosse, 1886): AFR, NEA, PAL

*Pterodina truncata* Gosse, 1886

Syn.: *Pterodina stenroosi* Rundström, 1909

Trouvée : {TA}

Récoltée durant la saison printanière, cette espèce semble être moins fréquente que *T. patina* et plutôt saisonnière.

\****Trochosphaera solstitialis*** Thorpe, 1893: AFR, NEA, ORI, PAL {KE}

Ecologie: C'est une espèce ovovivipare, dont le trophi est formé de très nombreuses petites dents indiquant que cette espèce est microphage.

Quelques individus ont été collectés en avril et en mai 2006 et en mai 2007.

Famille: Conochilidae Remane, 1933

***Conochilus (Conochilus) hippocrepis*** (Schrank, 1803): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Linza hippocrepis* Schrank, 1803

Syn.: *Conochilus volvox* Ehrenberg, 1834

Trouvée: {TA, BO}

Ecologie : Cette espèce cosmopolite est généralement planctonique et peut se trouver dans les étangs et dans des plans d'eau plus importants. Elle est coloniale, et chacune de ses colonies est formée de 30 à 60 individus. *C. hippocreppis* est détritivore, et se nourrit également probablement de bactéries [436].

Elle n'a été récoltée que dans deux réservoirs avec un nombre d'individus très faible.

Famille: Hexarthridae Bartos, 1959

***Hexarthra fennica*** (Levander, 1892): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI

*Pedalia fennica* Levander, 1892

Trouvée : {LE, GR, BO}

Ecologie : espèce planctonique, eurytherme et euryhaline; elle tolère des concentrations élevées en sels [490]. Saisonnière, elle se rencontre principalement en été, nous l'avons récoltée dans la moitié des sites.

\****Hexarthra intermedia brasiliensis*** Hauer, 1953: AFR, NEO

Trouvée : {TA, KE}

Ecologie : Cette espèce affectionne les eaux chaudes [506]; c'est la première fois qu'elle est signalée en Algérie. Plus abondante dans le lac de barrage de Keddara, nous l'avons récoltée durant quatre mois (mai, juin, juillet et août) au moment où la température de l'eau est élevée.

\****Hexarthra mira*** (Hudson, 1871): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAC, PAL

*Pedalion mira* Hudson, 1871

Trouvée : {TA}

Ecologie: Elle préfère une minéralisation modérée à l'opposé de *H.fennica*. Comme les autres espèces de ce genre, *H.mira* est saisonnière, elle est observée principalement durant la saison estivale. Selon Pourriot [436], elle se nourrit de détritiques et de bactéries.

Trouvée dans un seul site à l'Est du pays en faible densité et sans schéma temporel clair.

***Hexarthra sp.*** Trouvée: {LE, BO, KE}. Rencontrée à la fin du printemps et en été avec une faible densité.

Famille: Collothecidae Haring, 1913

\****Collotheca ambigua*** (Hudson, 1883): AFR, AUS, NEA, NEO, PAL

*Floscularia ambigua* Hudson, 1883

Syn.: *Floscularia algicola* Hudson, 1886

Syn.: *Floscularia minor* Hudson, 1886

Trouvée: {TA, KE}

Ecologie: Espèce cosmopolite vivant sur les plantes submergées, elle tolère l'acidité et se nourrit de *Trachelomonas* [488].

Elle a été collectée seulement durant septembre et octobre avec une densité faible.

\****Collotheca stephanochaeta*** Edmondson, 1936: NEA, PAL

Trouvée: {BO, KE}; récoltée que durant le mois d'avril.

\****Collotheca pelagica*** (Rousselet, 1893): AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

*Floscularia pelagica* Rousselet, 1893

Trouvée: {KE}

Ecologie. Espèce planctonique, typique des grands plans d'eau, sténotherme (chaud), elle se nourrit d'algues [191]. Guiset (pers. Communication) a trouvé

dans son tube digestif des péridiniales, *Cyclotella*, *Cosmarium*, de petits flagellés et des Chlorococcales. Cette espèce cosmopolite, n'a été collectée que dans un seul réservoir, elle semble être une espèce rare en Algérie.

Famille: Filiniidae Bartos, 1959

***Filinia longiseta*** (Ehrenberg, 1834)

*Triarthra longiseta* Ehrenberg, 1834

Syn.: *Filinia longiseta intermedia* Buchholz, 1952

Syn.: *Filinia longiseta minor* Evans, 1949

Répartition géographique: AFR, AUS, NEA, NEO, ORI, PAL

Trouvée : {GR, BO}

Ecologie: Espèce planctonique habitant les lacs, les étangs et les eaux saumâtres, elle préfère les milieux chauds et eutrophes. C'est un filtreur qui se nourrit principalement de particules de 10 à 12 µm de taille; elle se nourrit également de bactéries et de chlorelles [191]). Elle est souvent en concurrence pour la nourriture avec des espèces du genre *Conochilus*.

Cosmopolite. Récoltée dans deux réservoirs en été.

***Filinia pejleri*** Hutchinson, 1964: AFR, ANT, AUS, NEO, ORI, PAL

Syn.: *Filinia terminalis kergueleniensis* Lair et Koste, 1984

Trouvée : {BO}

Ecologie: Rotifère planctonique sténotherme (froid) [440]. Il se trouve à des densités élevées dans l'hypolimnion des lacs stratifiés et les réservoirs, et aussi dans l'eau bien mélangée [440]. Il tolère les faibles concentrations d'oxygène [441]. En dépit de leurs morphologies différentes, il n'est pas toujours possible de distinguer entre les espèces du genre *Filinia*. Rare et récoltée avec des densités faibles (17-20 individus/l).

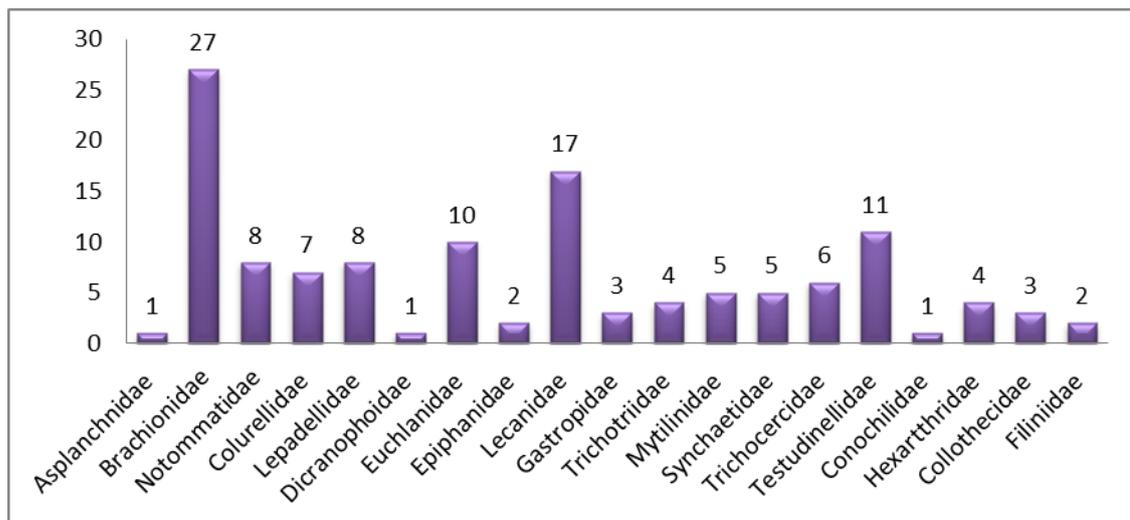
Le nombre de taxons connus en Algérie en 1991 était de 133 espèces [79], dont 61% cosmopolites, 20% thermophiles à distribution mondiale et 12% subtropicales. Ce nombre a été augmenté suite aux travaux de Samraoui *et al.*, [72] qui ont déterminé 19 nouvelles espèces. Puis Hamaidi *et al.*, [80] au cours d'une étude des Rotifères de l'oued Chiffa ont porté le nombre d'espèces connues à 164. L'étude présente a permis d'ajouter 63 nouvelles espèces (liste

2) ce qui porte aujourd'hui le nombre total de Rotifères connus en Algérie à 227 espèces. La biodiversité observée jusqu'à présent n'est certainement pas définitive, compte-tenu de la courte période d'échantillonnage considérée dans ce travail; d'autres campagnes seront nécessaires pour compléter cette liste.

Dans cet inventaire, 79% sont des espèces cosmopolites, 9.6% sont d'origine australienne-néartique-néotropical-orientale, 3.2% d'origine AFR-NEA-PAL ou AFR-AUS-NEA, 3.2% sont d'origine NEA-PAL, 2.4% d'origine paléarctique et 2.4% d'origine africaine. Ces observations sont conformes à celles obtenues par De Ridder [79].

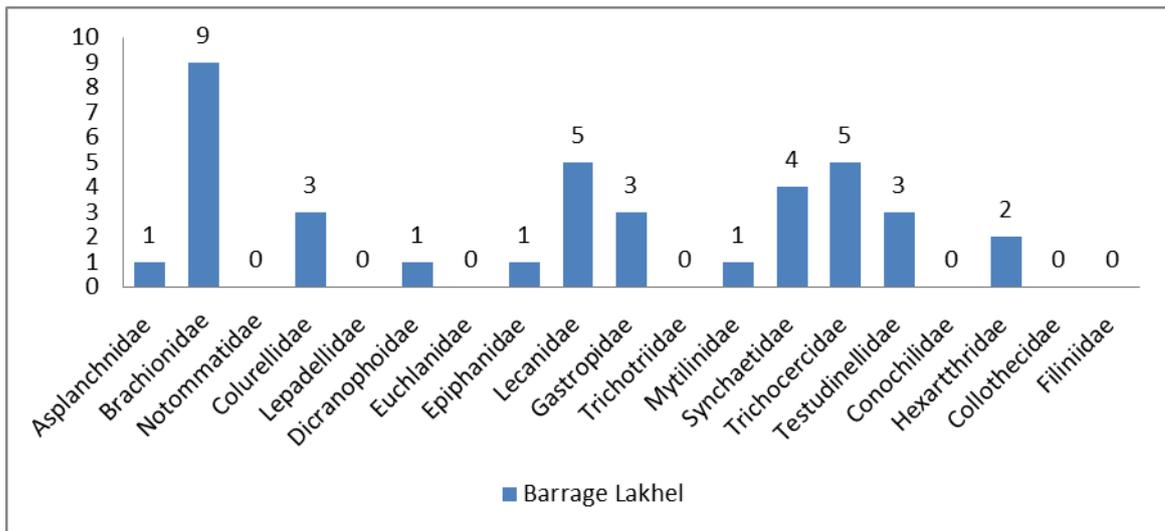
La figure n° 3.18 représente la distribution en richesse spécifique des familles des Rotifères. La famille des Brachionidae est la plus dominante avec une richesse spécifique de 27.

Les familles des Brachionidae et des Lecanidae représentent approximativement le 1/3 de la population rotarienne dans cette étude (35.2%).



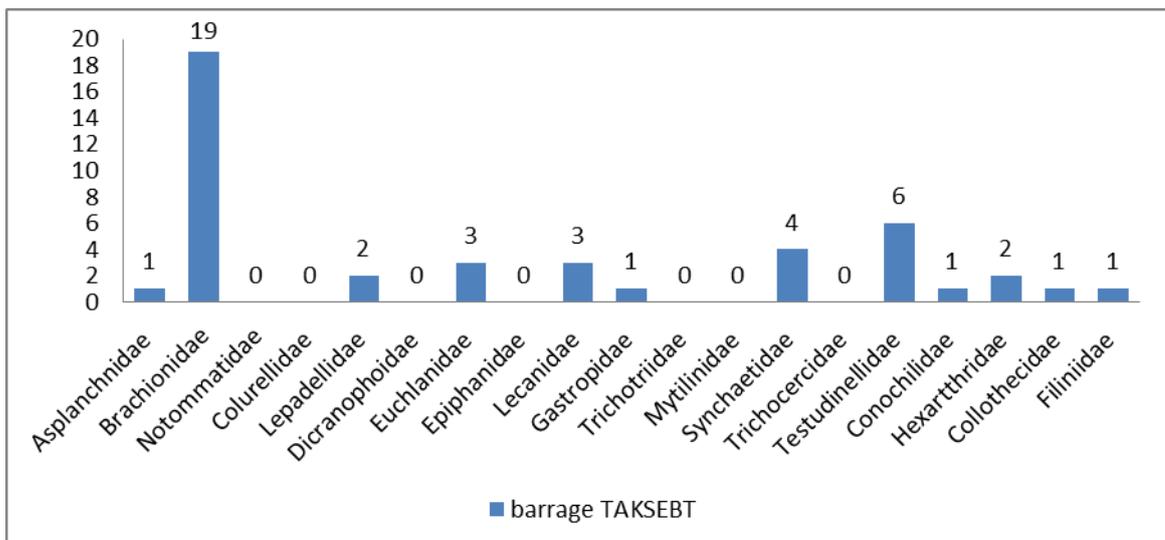
**Figure 3.18 :** Nombre de taxons de Rotifères par famille.

Le nombre des espèces varie d'un site à un autre comme le montre la figure n° 3.19. Les familles des Brachionidae, des Lecanidae et des Trichocercidae restent dominantes, représentant presque 50% de la population totale dans le lac de barrage de Lakhal.



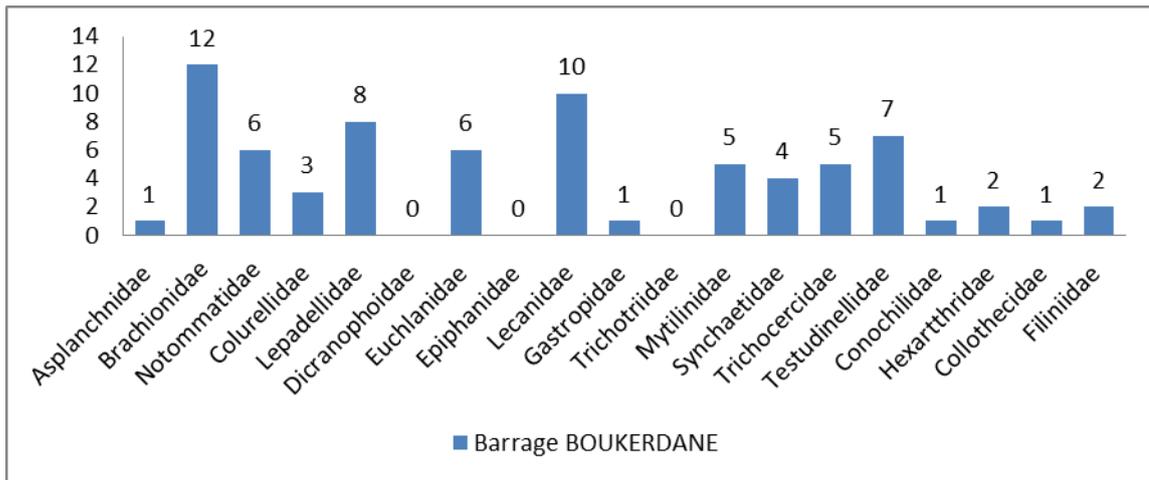
**Figure 3.19 :** Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Lakhal.

Dans le lac de barrage de Taksebt, les Brachionidae représentent 40.42% des Rotifères avec 19 espèces (Figure 3.20).



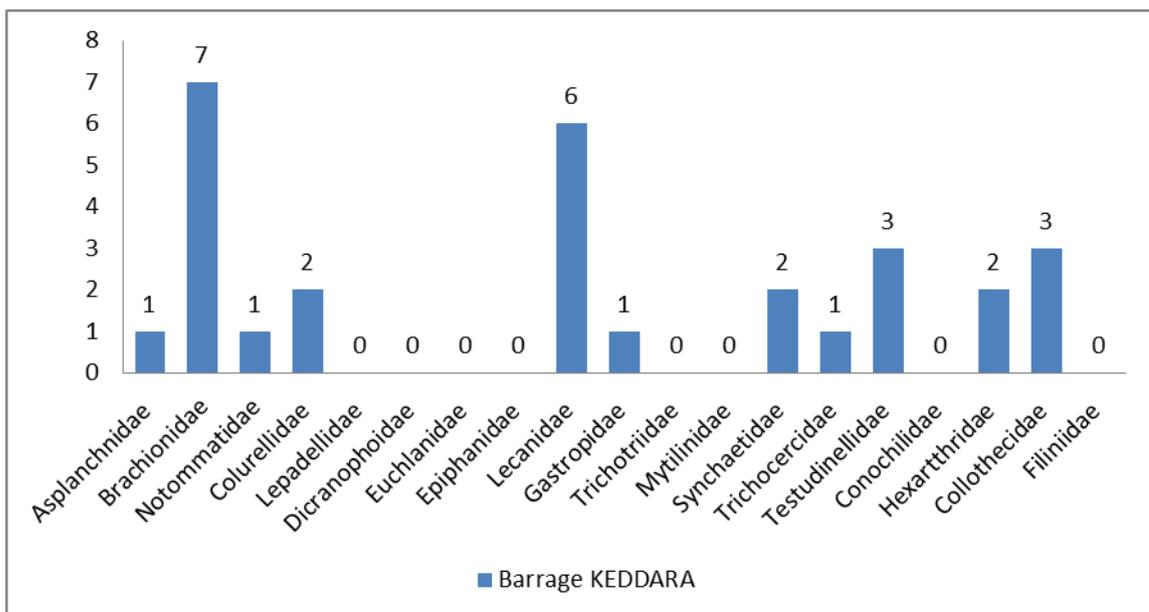
**Figure 3.20 :** Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Taksebt.

Le lac de barrage de Boukourdane est caractérisé par la présence de deux familles les Brachionidae et les Lecanidae représentant 29.72% des Rotifères présents dans ce lac (Figure 3.21).



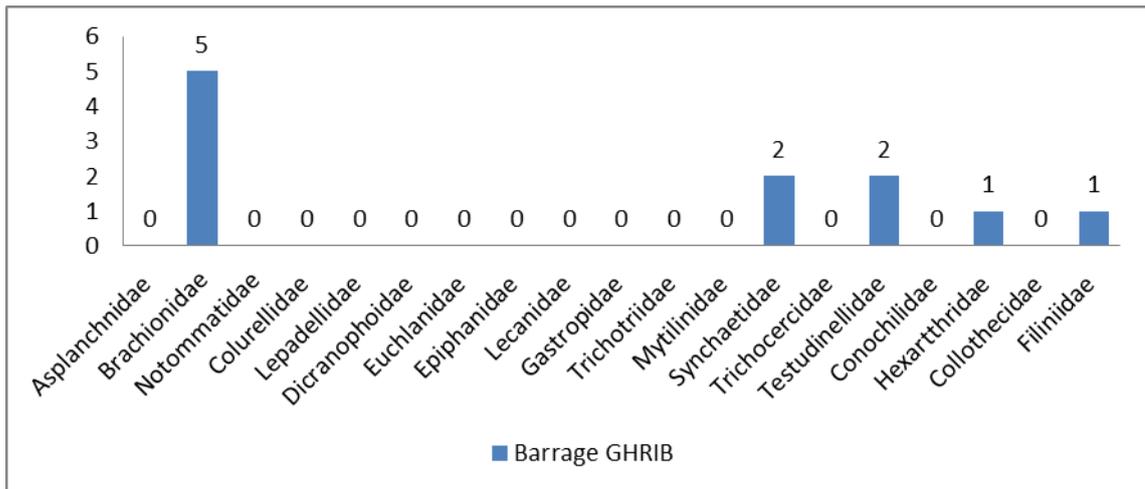
**Figure 3.21 :** Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Boukourdane.

Le réservoir de Keddara est représenté également par les deux familles précédentes qui forment 43.33% de la totalité des Rotifères présents dans ce réservoir (Figure 3.22).



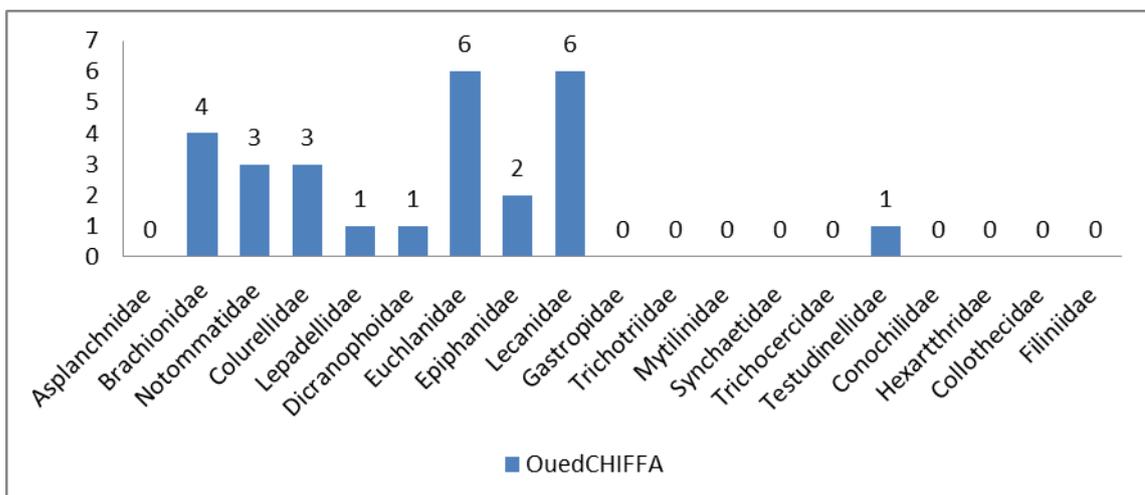
**Figure 3.22 :** Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Keddara.

Les Brachionidae dominent dans la retenue de Ghrib représenté par un pourcentage de 45.45% (5 espèces), les familles Synchaetidae Testidunellidae représentent 18.18% ; enfin, les Hexarthriidae et les Filiniidae sont faiblement représentés (9.09%) (Figure 3.23).



**Figure 3.23 :** Richesse spécifique par famille dans le réservoir de Ghrib.

L'oued Chiffa est caractérisé par la dominance des Euchlanidae et des Lecanidae (22.22%). Puis les familles des Brachionidae (14.81%), des Notommatidae et des Collurellidae (11.11%), des Epiphanidae (7.40%) sont présentes suivant des pourcentages en valeurs décroissantes. Les Lepadellidae, les Dicranophoridae et les Testudinellidae sont les moins bien représentées avec un pourcentage de 3.70 de la richesse spécifique totale (Figure 3.24).



**Figure 3.24 :** Richesse spécifique par famille dans l'oued Chiffa.

Dans le matériel analysé (125 Rotifères), les Brachionidae dominent le zooplancton Rotifères en nombre d'espèces (27 espèces) ce qui est conforme avec les nombreux travaux dans d'autres parties du monde [507 ; 508 ; 509 ; 510 ; 511].

Les espèces les plus fréquentes appartiennent au genre *Lecane*. Ce genre constitue un groupe de Rotifères à la fois d'eau douce et salée. Ils restent essentiellement dans les milieux littoraux, bien que certains se retrouvent fréquemment dans la zone pélagique des lacs. La présence de 17 espèces dans les sites échantillonnés lors de cette étude confirme la diversité et le succès écologique de ce genre largement répandu, ainsi qu'il a été déjà discuté dans diverses études. Ainsi, Segers [512] a également trouvé dans six lacs, quatre rivières, des rizières et des étangs dans la région du delta du Niger, la plus grande diversité d'espèces parmi les *Lecane*. Ce genre atteint sa plus grande diversité dans les régions tropicales et subtropicales, où les communautés peuvent contenir jusqu'à 40 espèces différentes [513 ;514]. Il existe 163 espèces de ce genre dans le monde entier, de sorte que les plans d'eau étudiés ici contribuent à plus de 10.42% de la faune totale des *Lecane*, ce qui est très élevé pour un climat tempéré. Certaines espèces comme *L. bulla*, *L. luna*, *L. closteroerca*, *L. lunaris* sont parmi les plus communes dans les retenues et les étangs africains. Les autres espèces *L. hamata*, *L. monostyla*, *L. crenata* sont aussi cosmopolites et eurytopiques. *L. aculeata*, *L. crenata*, *L. doryssa*, *L. lamellata*, *L. papuana* et *L. subtilus* sont rares. *L. aculeata* est souvent rencontrée dans les régions tropicales et subtropicales plutôt que dans les eaux tempérées ([515]).

Le second genre le plus diversifié est le genre *Keratella* (15 espèces), dont la plupart des représentants sont à la fois caractéristiques des zones pélagiques et des zones littorales (zones de végétation). Cette observation a déjà été confirmée par les travaux de Pennak, [478]. Saunders-Davies [516] a noté que *K. cochlearis* augmentait sa densité lorsqu'elle s'éloignait de la zone littorale alors que Preissler [517] a mis en évidence l'existence d'une «orientation optique» qui permet à certains Rotifères de s'éloigner de la zone littorale à cause de l'ombrage.

Le troisième groupe qui a un impact sur la structure taxonomique de la communauté des Rotifera dans les sites d'étudiés est constitué par les Testudinellidae, les Euchlanidae, les Notommatidae, les Lepadellidae, les Colurellidae. Ces familles sont représentées par un petit nombre d'espèces.

Les Testudinellidae sont une petite famille composée de trois genres seulement dont *Testudinella*, est le genre le plus riche en espèces (40 espèces) citées dans la liste récente des Rotifères par Segers [428]. C'est un genre benthique-périphytique, microphage habitant principalement la zone littorale des lacs d'eau douce et des étangs [518]. Nous avons répertorié 11 espèces (contre trois dans De Ridder, [79]), sept ont été récoltées au niveau du réservoir de Boukourdane. Cette richesse peut-être expliquée par le fait que la majorité de ces espèces affectionnent les zones littorales comme l'a déjà souligné De Smet.

En 1991, De Ridder [79] cita quatre espèces d'Euchlanidae alors que les travaux de Samraoui et *al.*, [72] n'ont recensé qu'une seule espèce *E. triquetra*. Ceci est dû probablement aux stations des zones littorales échantillonnées et surtout dans les stations (S5 et S6) de la retenue du barrage de Boukourdane. Pour De Paggi et Koste [519], *Euchlanis* est un genre typique du littoral, à l'occasion trouvé parmi le plancton.

Le troisième genre qui a un impact sur la composition taxonomique est *Cephalodella* composé de huit espèces. Il existe environ 190 espèces de ce genre, les travaux de Pejler et Berzins [520] sur les lacs suédois ont permis d'inventorier 80 espèces. Toutefois, la composition taxonomique des sites étudiés ici est beaucoup plus faible et est liée d'une part à l'échantillonnage dans six plans d'eau seulement et d'autre part, le fond des lacs n'a pas été étudié alors que le genre *Cephalodella* trouve dans le fond les conditions les plus optimales pour leur développement.

Les familles Notommatidae (Lepadellidae) et Colurellidae étaient également bien représentés (8 et 7 espèces respectivement). *Colurella* et *Lepadella*, ont été trouvés principalement dans la zone littorale entre la végétation, ceci concorde avec les travaux de Baribwegure et Segers [521] qui ont observé que ces genres étaient littoraux et périphytiques.

De nombreux auteurs ont noté que les genres, *Lecane*, *Brachionus*, *Trichocerca* et souvent *Lepadella* sont présents en grand nombre dans la faune tropicale [522; 514 ; 523; 524 ; 525]. Ces mêmes genres ont été également collectés dans cette étude.

Dans cette étude, six espèces seulement de Trichocercidae ont été récoltées ce qui représente 11.53% par rapport à l'étude faite par Pejler et Berzins [526] sur 52 espèces du genre *Trichocerca* identifiées en provenance de la Suède, où la recherche a été effectuée entre les années 1945-1982 sur un certain nombre de masses d'eau différentes. La plupart de ces espèces ont été observées dans la zone littorale, les seules espèces observées dans la zone pélagique ont été entraînées soit par les courants soit attirées par l'augmentation de la nourriture dans cette zone [526].

Les genres restants de Rotifères étaient représentés que par quelques espèces.

Les Rotifères dans cette étude ont présenté une composition taxonomique riche grâce à une large variété d'habitats. Pejler [467], divise les Rotifères en six groupes écologiques : (1) les formes planctoniques, (2) les formes benthiques périphytiques qui nagent plus ou moins librement et n'ont pas de dépendance vis-à-vis du substrat (*Testudinella patina*, *Lepadella (Lepadella) patella*), (3) les formes essentiellement périphytiques qui sont intimement liées au substrat par leur pied ou par l'intermédiaire des végétaux (*Euchlanis dilatata dilatata*, *Euchlanis meneta* et *Trichocerca ruttneri*) (4) les formes sessiles liées à la végétation, (5) les formes psammophiles et (6) les formes qui vivent dans les sédiments (loose sediment forms), Pennak [478] distingue des formes similaires: (1) des espèces limnétiques qui envahissent la littorale uniquement, (2) des espèces qui vivent surtout dans la zone littorale mais qu'on retrouve parfois dans la zone pélagique, (3) des espèces qui quittent le substrat pour se réfugier dans les espaces entre la végétation (*Lecane lunaris*), (4) des espèces qui ne quittent que rarement la zone littorale (*Colurella colurus*) et (5) des formes sessiles. Sauf pour les formes mobiles (planctoniques) et les formes sessiles, certains groupes écologiques ne sont pas nettement définis les uns par rapport aux autres.

En se référant à la classification de Pennak [478] sur les affinités des Rotifères aux habitats, nous avons trouvé que sur les 125 espèces trouvées dans la liste 2:

- 30.4% étaient des espèces planctoniques,
- 40% des espèces littorales
- 22.4% des espèces littorales mais pouvant être planctoniques aussi,
- 7.2% des espèces sans préférence pour aucun habitat.

La présence de la végétation est plus importante pour la richesse des espèces que le site de la récolte. La végétation aquatique des zones littorales prospectées représente un environnement complexe. Il offre un refuge contre la prédation, et une précieuse ressource alimentaire (particulièrement au niveau des racines). Une autre ressource importante de nourriture apportée par les macrophytes aquatiques est les détritiques organiques. Une grande partie de cette biomasse produite par les macrophytes aquatiques est transférée à d'autres niveaux trophiques de la chaîne. Des constatations analogues ont été faites par Esteves et Barbieri [527] et plus récemment par Pieczynska [528]; Rocha et *al.*, [529] et Santos et Esteves [530].

### 3.2.3 Analyse et comparaison de la structure taxonomique des six plans d'eau :

Au total, 158 espèces de zooplancton ont été identifiées (125 Rotifères et 33 Copépodes) dans les six plans d'eau inclus dans cette étude (zones littorales et pélagique). Le groupe faunistique le plus représenté du point de la richesse spécifique est celui des Rotifères. Même s'ils sont peu importants du point de vue biomasse [187], ils jouent un rôle majeur dans le transfert de l'énergie et des nutriments [531 ; 382].

La majorité des Copépodes sont représentés par des Cyclopoïdes. Les Calanoïdes sont relativement rares ou absents, avec un nombre maximal de six espèces pour les échantillons à la fois pélagiques et littoraux.

En incluant dans notre étude un milieu lotique, nous avons trouvé deux représentants des Harpacticoïdes (*Attheyella* (*Mrazekiella*) *trispinosa* et *Phyllognathopus viguieri*).

Les Diaptomidae sont la famille la plus courante des Calanoida en Afrique, il est fréquent de trouver un peu plus d'une espèce dans la communauté zooplanctonique. Le réservoir de Lakhal et l'oued Chiffa (Figure

3.25) sont dépourvus de calanoides. Ceci est probablement dû selon Tavernini et al., [532] à une diminution de la qualité de l'eau ce qui a été déjà démontré dans la partie physico-chimique classant ces deux sites comme eutrophes. Matsumura-Tundisi et Tundisi [533], rapportent dans leurs travaux que la plupart des lacs artificiels touchés par les activités humaines sont à l'origine de la disparition ou de la recomposition dans la structure des espèces de Calanoïdes. La plupart de ces espèces sont très sensibles aux petites variations des conditions environnementales spécialement la conductivité électrique et les ions présentant ainsi qu'une forte endémicité résultant de leur faible tolérance pour beaucoup de facteurs de l'environnement notamment physiques et chimiques. Dernières observations non publiées ont montré que les œufs de repos des espèces de Copépodes Calanoïdes restent dans les sédiments pour de très longues périodes lorsque les conditions sont défavorables et par conséquent, les espèces qui ne sont pas présentes dans le zooplancton sont en fait dans les sédiments et leur retour dans le zooplancton dépendra de la qualité de l'eau.

Les Harpacticoida sont principalement des organismes benthiques et ne sont pas habituellement retrouvés dans le plancton des lacs et des réservoirs [534]. C'est le cas de notre étude, aucune espèce Harpacticoida n'a été récoltée dans ces lacs. Les deux espèces mentionnées dans la liste 1 ont été rencontrées dans l'oued Chiffa (Figure 3.25). Le plus grand nombre d'espèces enregistrées dans un site est de 87 représenté par un pourcentage de 85% pour les Rotifères et de 15% pour les Copépodes (réservoir de Boukourdane). 64 espèces (73% pour les Rotifères et 27% pour les Copépodes) et 59 espèces (66% pour les Rotifères et 34% pour les Copépodes) ont été recensées pour respectivement les retenues d'eau de Taksebt et de Lakhal, 41 espèces (75% pour les Rotifères et 25% pour les Copépodes) et 38 espèces (71% pour les Rotifères et 29% pour les Copépodes) pour le réservoir de Keddara et l'oued Chiffa (Figure 3.26). Le minimum d'espèces 15 espèces est enregistré au niveau du réservoir de Ghrib et comprend 73% de Rotifères et 27% de Copépodes. Un nombre considérable d'espèces peuvent être classées comme rares, dans le sens où elles ne sont rencontrées que dans quelques sites et avec un nombre d'individus très faible.

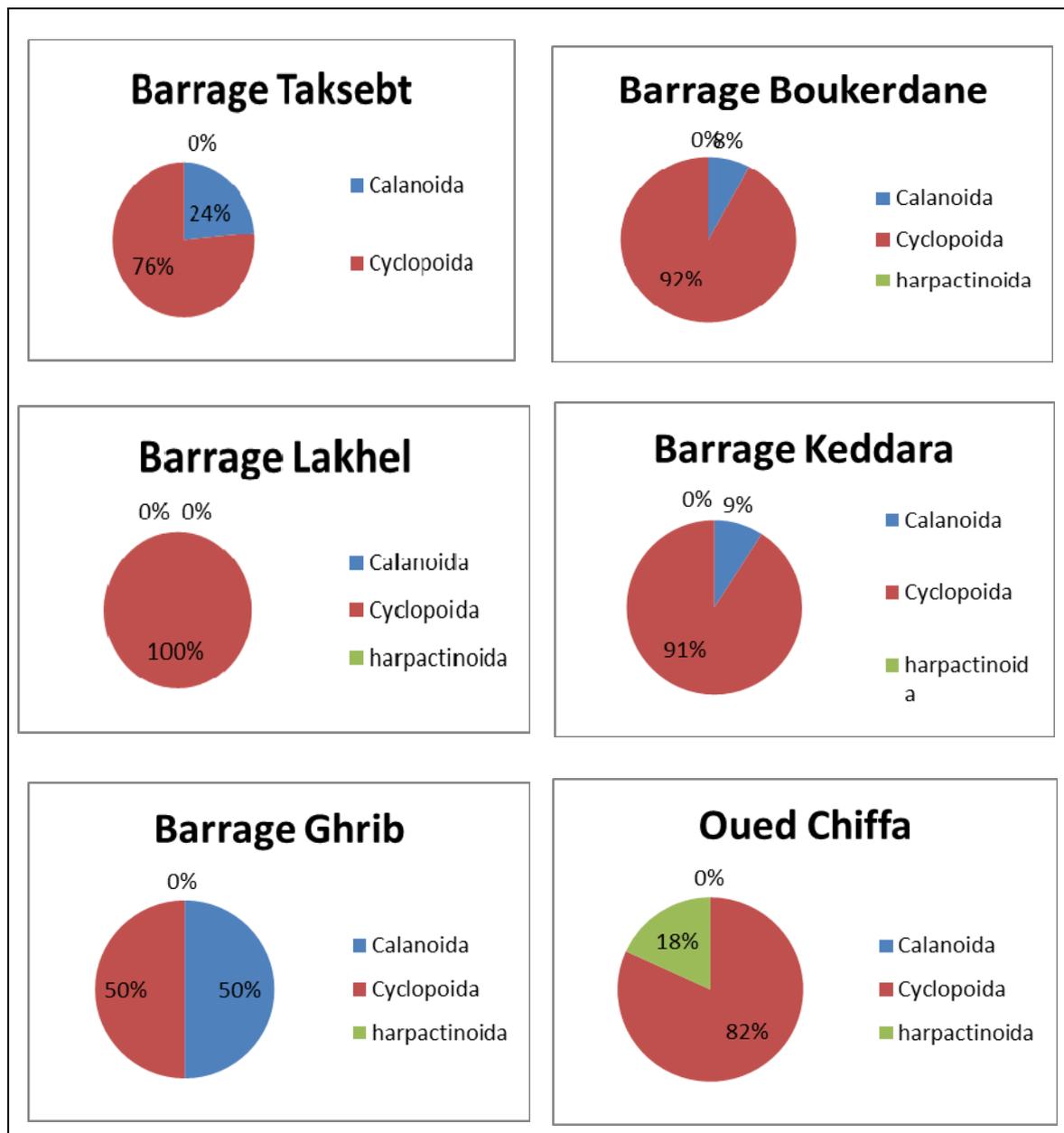
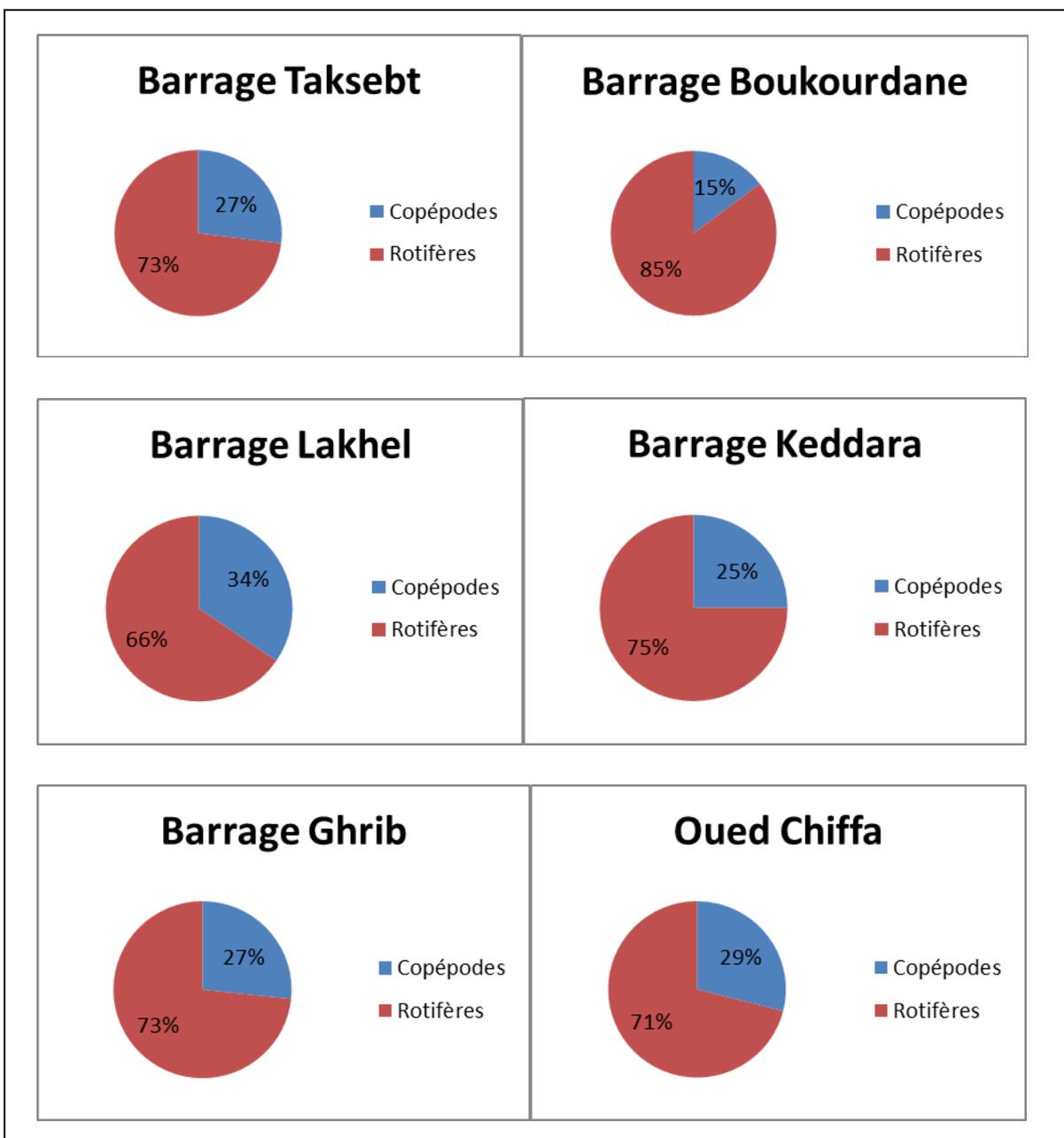


Figure 3.25 : Répartition en pourcentage des différents ordres de Copépodes dans les différents sites.



**Figure 3.26 :** Richesse spécifique des Copépodes et des Rotifères par site exprimée en pourcentage.

Nous avons également constaté que le nombre d'espèces a été beaucoup plus élevé dans les échantillons des zones littorales (S1, S2, S5, S6, S7, S8, S10, S12, S13, S14) des réservoirs et dans les trois stations (S16, S17, S18) de l'oued Chiffa que dans les échantillons pélagiques.

Parmi les espèces recensées dans les échantillons du littoral, nous avons observé une grande variation de leur fréquence relative d'occurrence. La fréquence moyenne d'apparition était de 24.2%, et seulement huit espèces ont été observées dans plus de 50% des lacs. Cela a été encore plus extrême pour les échantillons pélagiques, en dépit de la richesse en espèces comparativement plus faible. En effet, parmi les échantillons pélagiques (Copépodes et Rotifères), de nombreuses espèces ont été considérées comme «rares». Cependant, des espèces comme *Cephalodella catellina*, *Colurella uncinata uncinata* et les représentants de la famille des Lepadellidae qui regroupe surtout des espèces littorales et benthiques sont occasionnellement rencontrées dans le plancton [440].

Nos données montrent que seulement deux espèces de Cyclopoïdes rares pourraient être considérés comme strictement pélagiques, *Megacyclops gigas* et *Ectocyclops phaleratus*. D'autre part, 62 espèces au total (50 Rotifères, 8 Cyclopoïdes, 2 Calanoïdes et 2 Harpacticoides) sont considérées ici comme strictement littorales. 58 espèces (37 Rotifères, 15 Cyclopoïdes, et 4 Calanoïdes) ont été observées dans les deux types d'échantillons, littoraux et pélagiques.

Les lacs peuvent être divisés en deux zones : littorale et pélagique. La première est en contact direct avec l'écosystème terrestre adjacent et peut être considéré comme un écotone. La zone pélagique est la zone qui n'est pas influencée directement par les écosystèmes terrestres. La zone littorale présente souvent une végétation (macrophytes) offrant une productivité primaire élevée et une variété de niches écologiques ([535 ; 536]. En raison de de l'abondance des habitats et des ressources alimentaires, beaucoup d'organismes vivent dans cette région et y sont adaptés [537 ;538]. Dans la zone pélagique, les organismes sont plus exposés à des changements dans le régime d'écoulement et aussi à la stratification verticale causée par le rayonnement solaire, les vents et le mélange de l'eau [539].

Dabés [448], dans son étude sur cinq lagunes du fleuve de San Francisco a trouvé une prédominance en richesse spécifique des espèces

littorales et semi-planctoniques. Starling [540] a également enregistré une prédominance des espèces littorales dans la zone limnétique.

Nos résultats sont comparables quant à l'abondance et la composition taxonomique du zooplancton dans les sites étudiés. Le groupe le plus abondamment représenté est constitué par les Rotifères, tandis que les espèces de grande taille sont présentes en faible abondance et richesse spécifique. C'est particulièrement le cas des Calanoïdes qui ont un cycle de vie pélagiques alors que les Cyclopoïdes sont généralement plus littoraux.

#### 3.2.4 Distribution saisonnière des espèces zooplanctoniques :

La richesse spécifique des Copépodes (Figures 3.27 à 3.31) et des Rotifères (Figures 3.32 à 3.36) montre une tendance saisonnière avec un pic important au printemps puis une décroissance en été, automne et hiver.

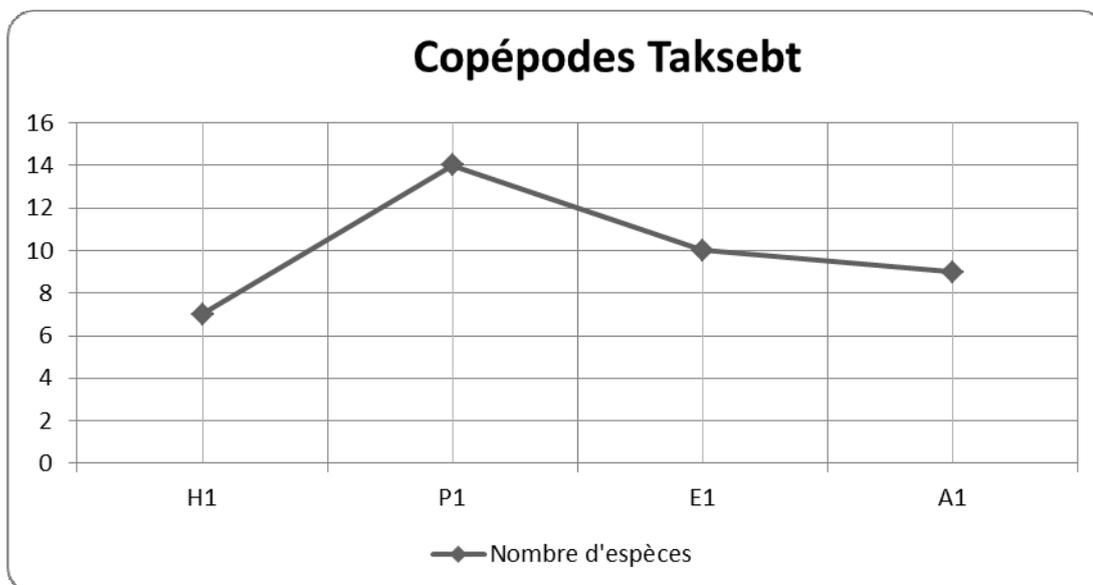
Cette dynamique dans la richesse spécifique est bien connue. Elle a par exemple été rapportée dans le lac Texoma (Texas) par Crist [541]; Threlkeld [542]; Direnberger et Threlkeld [543].

La richesse spécifique totale des Copépodes est maximale dans le réservoir de Lakhal. 18 espèces ont été enregistrées durant les deux saisons printanières; Boukourdane a présenté 13 espèces durant cette période et Keddera a enregistré 10 espèces. Les plus faibles valeurs de la richesse spécifique (S) ont été enregistrées durant l'automne et en hiver.

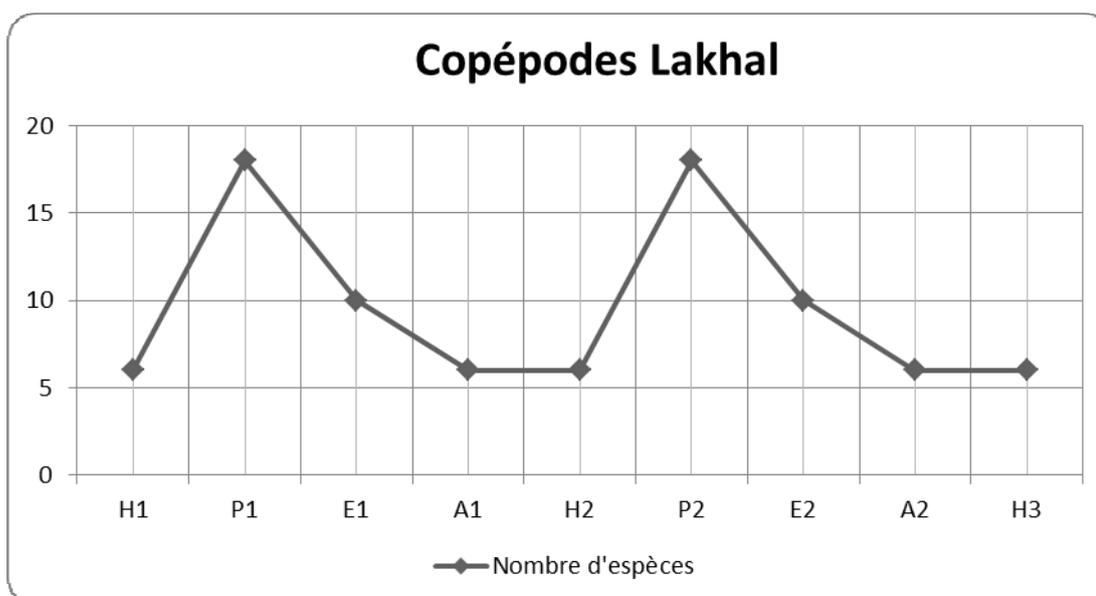
La richesse spécifique des Rotifères était plus importante dans la retenue de Boukourdane durant la deuxième année d'échantillonnage, 64 espèces ont été enregistrées au P2. La retenue de Taksebt renfermait 28 espèces, suivie par celle de Lakhal 25 espèces (P2) et celle de Keddera 22 espèces (P1).

La plus faible richesse spécifique a été trouvée dans le réservoir de Ghrib (10 espèces) durant la première saison printanière (P1). La faible diversité des espèces présentes dans ce réservoir peut être une indication du stress environnemental comme une salinité plus élevée observée durant cette campagne d'échantillonnage.

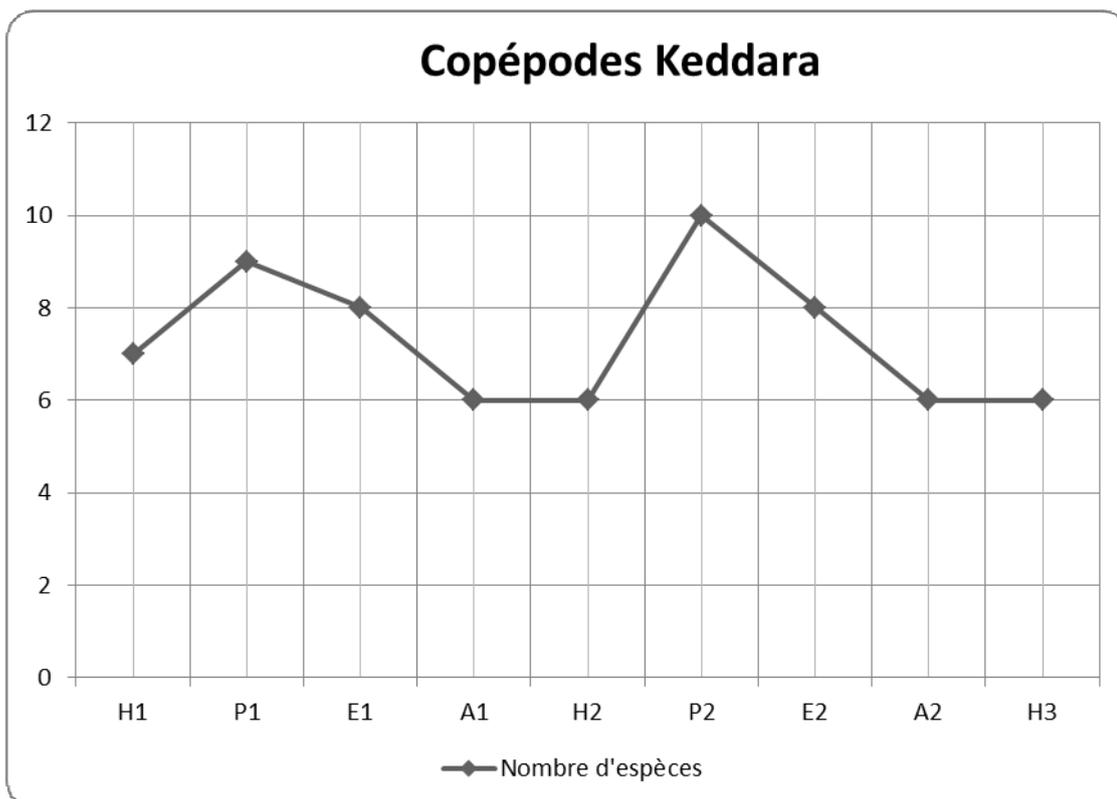
Il ressort de cette étude que pendant les deux saisons été et automne, on note en général une diminution de la richesse spécifique des Copépodes et des Rotifères dans tous les réservoirs. A la fin de l'hiver (au mois de mars), la richesse spécifique commence à augmenter pour atteindre son maximum au printemps.



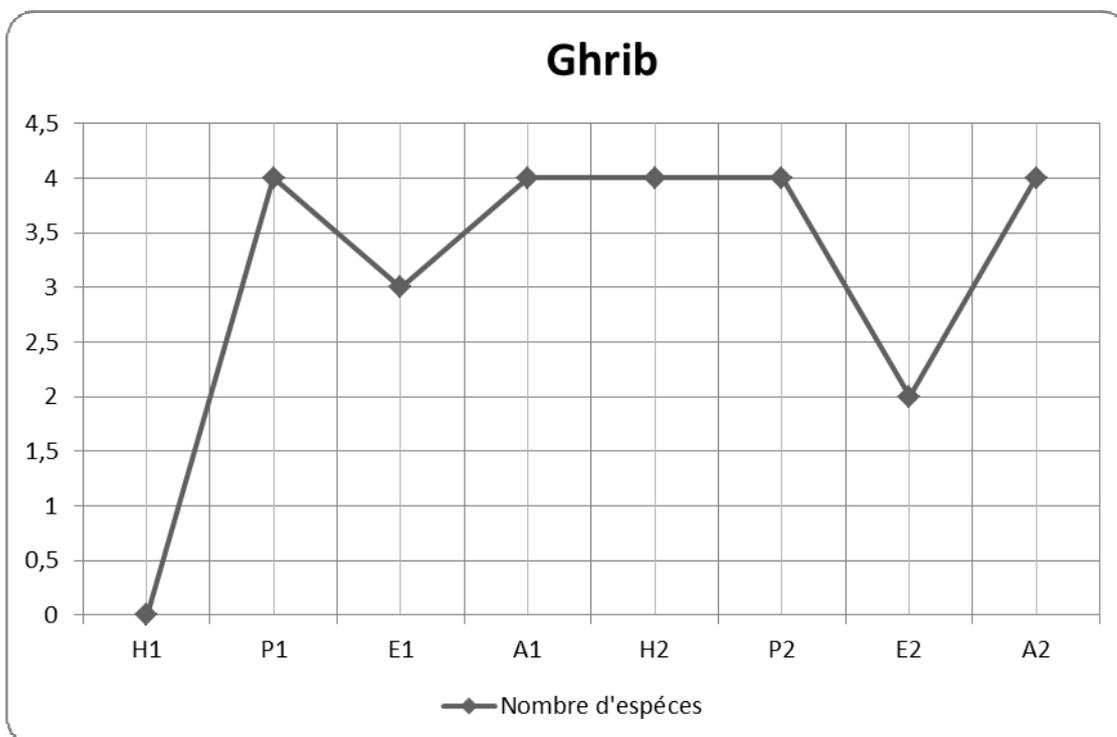
**Figure 3.27 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le le réservoir de Taksebt.



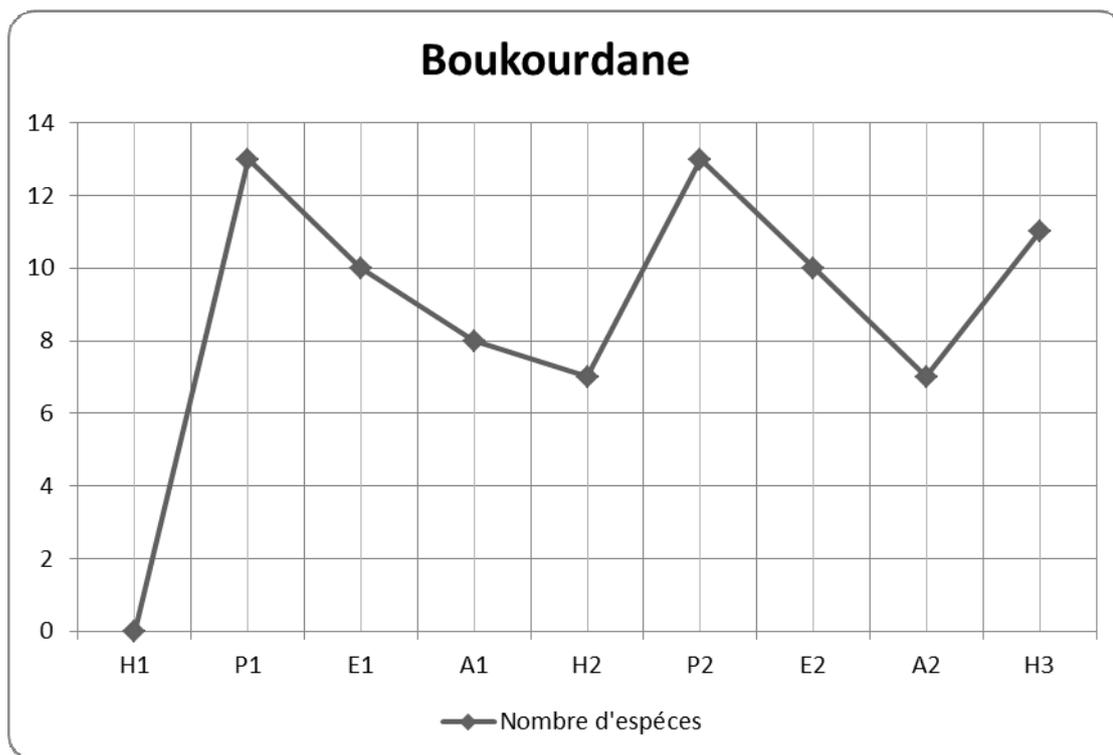
**Figure 3.28 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le le réservoir de Lakhal.



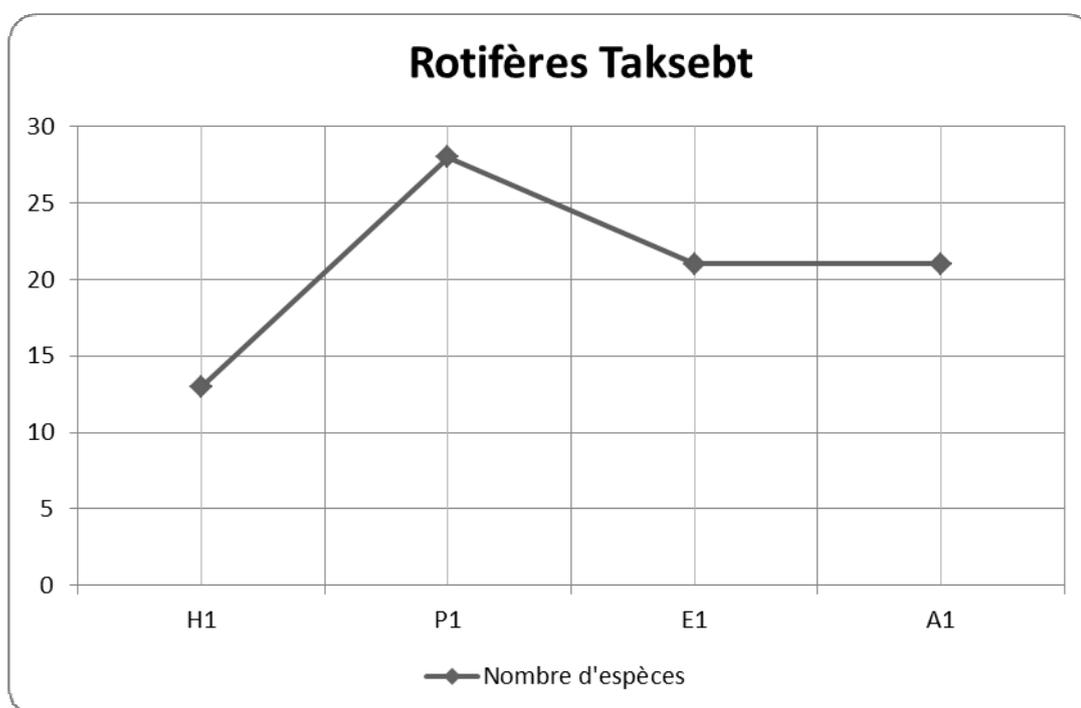
**Figure 3.29 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le le réservoir de Keddara.



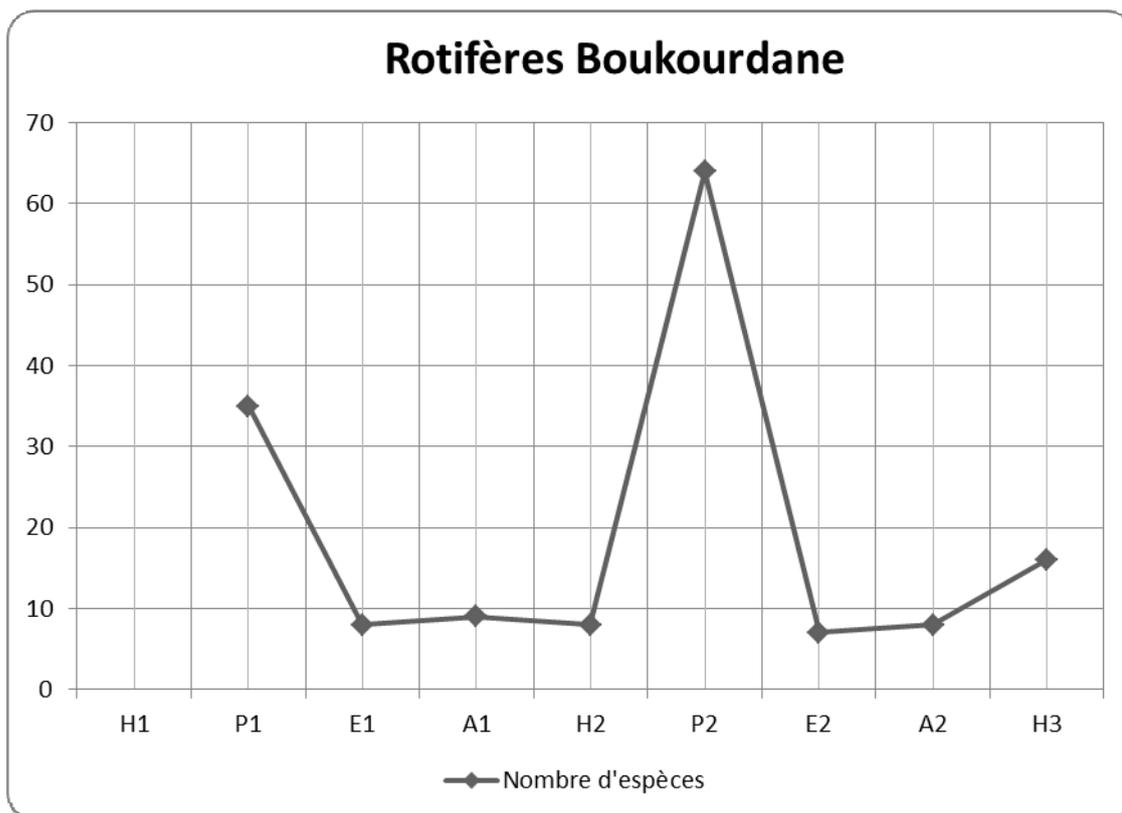
**Figure 3.30 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le le réservoir de Ghrib.



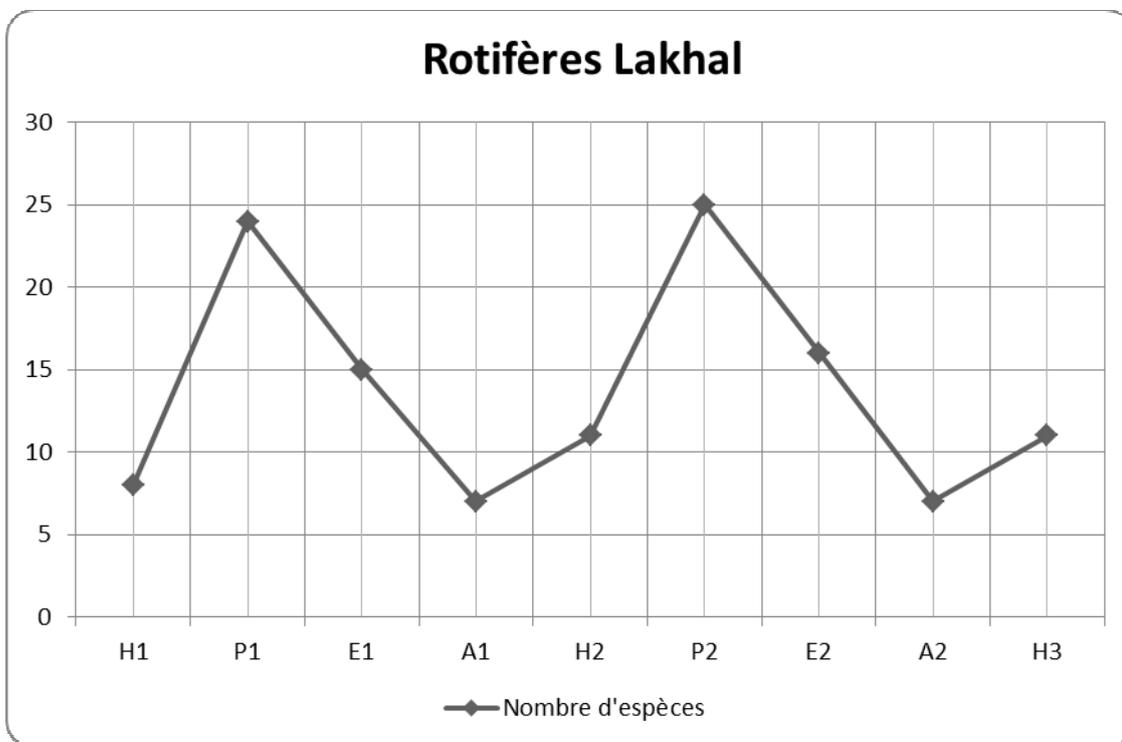
**Figure 3.31 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Copépodes dans le le réservoir de Boukourdane.



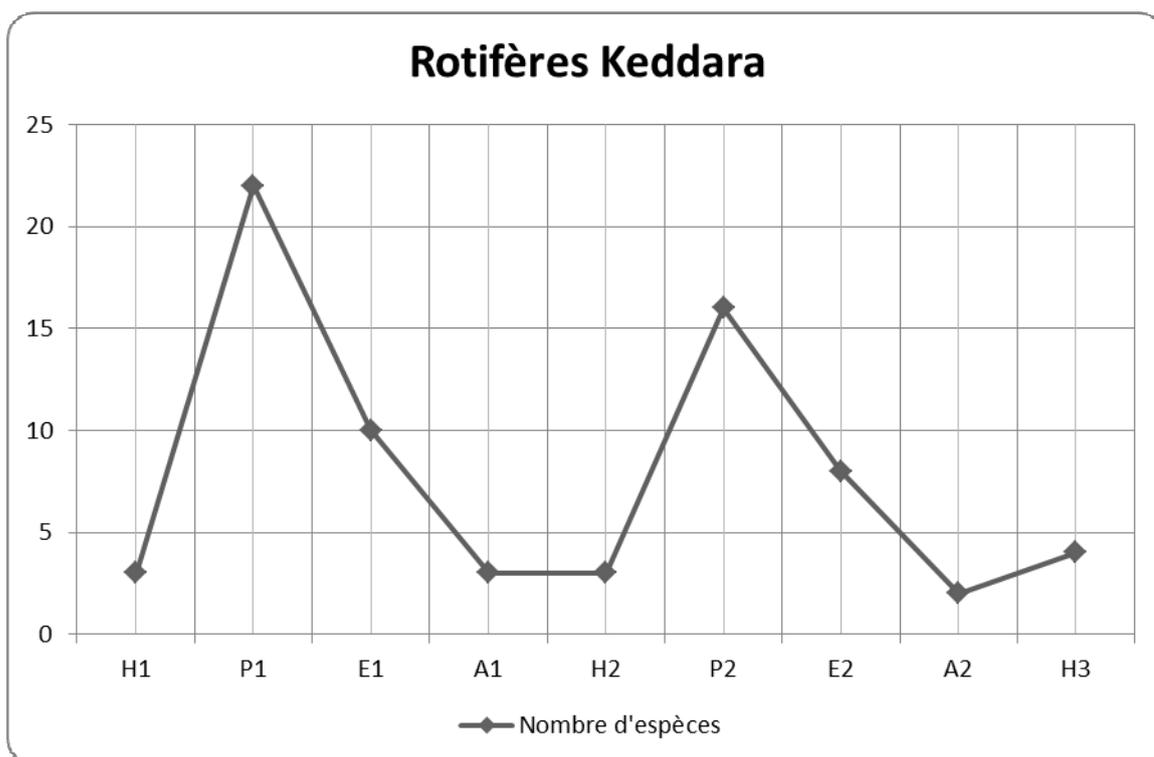
**Figure 3.32 :** Figure. Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Taksebt.



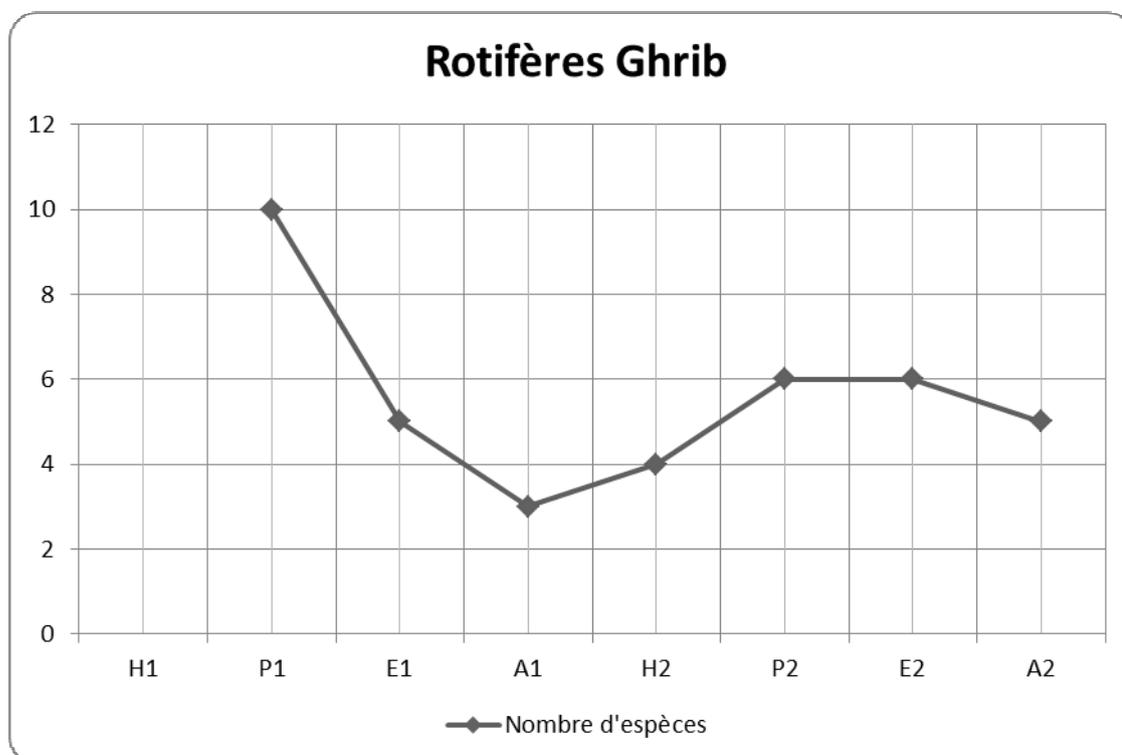
**Figure 3.33 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Boukourdane.



**Figure 3.34 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Lakhal.



**Figure 3.35 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Keddara.



**Figure 3.36 :** Variation saisonnière de la richesse spécifique des Rotifères dans le réservoir de Ghrib.

### 3.2.5 Indice de similarité de Sorensen :

La formule de Sorensen [304] a été utilisée pour calculer la similarité faunistique de la communauté du zooplancton dans les différents lacs. Les valeurs de cet indice sont rassemblées dans les tableaux suivants :

Tableau 3.17 : Matrices de similitude (Ensemble du zooplancton)

	BO	LE	TA	GR	KE	CH
BO	100	<b>46.57</b>	41.05	17.64	43.75	20.8
LE		100	<b>45.52</b>	27.02	<b>46</b>	26.80
TA			100	20.25	34.28	27.45
GR				100	28.57	11.32
KE					100	25.31
CH						100

Tableau 3.18 : Matrice de similitude (Copépodes)

	BO	LE	TA	GR	KE	CH
BO	100	<b>72.72</b>	<b>60</b>	23.52	58.33	50
LE		100	<b>64.86</b>	16.66	51.61	45.16
TA			100	19.04	42.85	42.85
GR				100	13.33	26.66
KE					100	36.36
CH						100

Tableau 3.19 : Matrice de similitude (Rotifères)

	BO	LE	TA	GR	KE	CH
BO	100	38.93	36.36	16.47	<b>40.38</b>	23.76
LE		100	37.20	32	<b>43.47</b>	18.18
TA			100	20.68	31.68	21.62
GR				100	34.14	5.26
KE					100	21.05
CH						100

Nous avons sélectionné trois échelles différentes de similitude (pourcentage de ressemblance) :

- ❖ Similitude de plus de 42%
- ❖ Similitude comprise entre 37 et 41.99%
- ❖ Similitude de 32 à 36.99%

Ces coefficients de similarité ont montré que la communauté du réservoir de Ghrib et de celle de l'oued Chiffa était très différente de celle des autres réservoirs. Tandis que celles de Lakhal et Boukourdane (46.57%), Lakhal et Keddara (46%) et Lakhal et Taksebt (45.52%) étaient beaucoup plus élevées. Cette similitude dans les peuplements a été encore plus apparente lorsqu'il s'agissait du peuplement de Copépodes.

Ce phénomène s'explique par des conditions environnementales similaires survenant dans ces lacs qui ont été le résultat soit d'une faible profondeur, de l'afflux des éléments nutritifs, de la stratification soit de la transparence (paramètre non analysé dans cette étude).

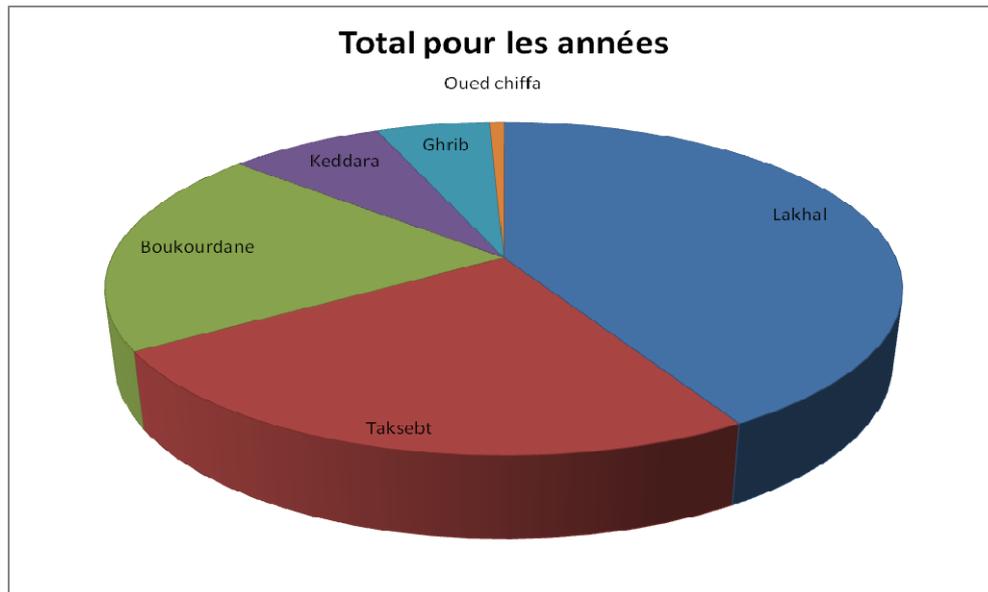
### 3.2.6 Etude quantitative du zooplancton :

Les échantillons ont été étudiés du point de vue quantitatif: dénombrement, étude des caractéristiques du peuplement et évolution annuelle du zooplancton.

Nous avons pris en considération le nombre d'espèces présentes dans chaque barrage sans tenir compte de leurs répartitions dans les stations. Le nombre d'individus correspond au nombre moyen d'individus des différentes prises.

#### 3.2.6.1 Distribution spatiale des Copépodes et Rotifères dans les réservoirs :

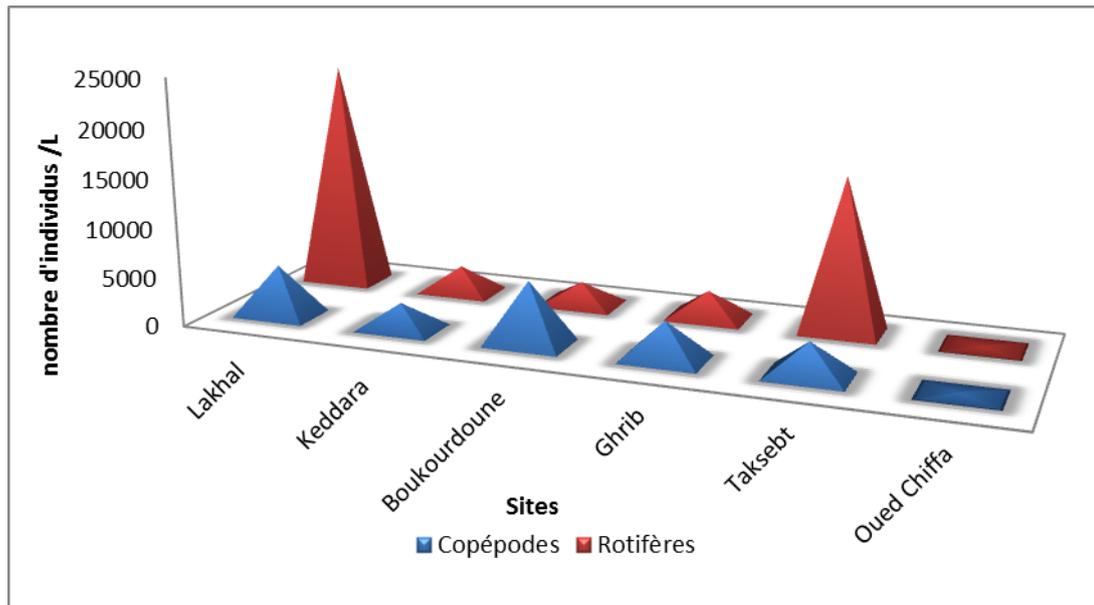
L'évaluation de la densité globale moyenne du zooplancton récolté révèle que la répartition varie d'un site à l'autre. Ce sont toutefois les sites situés à l'Est (Lakhal et Taksebt) qui abritent les taux les plus élevées (Figure 3.37).



**Figure 3.37 :** Valeurs moyennes de la densité totale du zooplancton (individus/l) exprimée en pourcentage par site de prélèvement durant toute la période d'échantillonnage.

La densité totale du zooplancton présente des pics dans les différents sites d'échantillonnage 23310 individus/l des Rotifères et 5159 individus/l de Copépodes ont été récoltés dans le lac de Lakhal, 15810 individus/l des Rotifères et 3393 individus/l de Copépodes dans le lac de Taksebt, 6325 individus/l de Copépodes et 2347 individus /l de Rotifères dans le réservoir de Boukourdane, 2639 individus/l des Rotifères et 2714 individus/l de Copépodes dans le lac de Keddara et 3829 individus/l des Copépodes et 2820 individus /l de Rotifères dans le réservoir de Ghrib (Figure 3.38).

L'oued Chiffa n'a enregistré que 534 individus/l répartis entre Copépodes (301 ind /ml) et Rotifères (233 individus/l). Rappelons que ce site n'a fait l'objet que de quelques mois d'échantillonnage.



**Figure 3.38 :** Distribution du nombre d'individus du zooplancton (Copépodes et Rotifères) durant toute la période d'étude dans les différents sites.

Ces densités sont plus élevées que celles rapportées par Bouzidi et *al.*, [544] dans le lac Sidi M'Hamed Benali (Algérie Nord-Occidentale) où la densité annuelle était de 346 individus/ml (Copépodes) et 216 individus/ml (Rotifères). Généralement, les Copépodes se trouvent en plus petit nombre que les Rotifères, se manifestant à moins de 100 organismes/l [545 ; 546]. Repsys et Roger ([547] ont trouvé des densités de tous les crustacés du zooplancton (cladocères et Copépodes) de moins de 20 organismes/l dans la rivière du Missouri et Dodson [548] a trouvé des densités de Copépodes entre zéro et 100 organismes/l dans de petits bassins du Colorado.

En général, cette différence dans la densité des Copépodes et des Rotifères peut être attribuée à la structure de la taille du zooplancton [549] et Imoobe et Adeyinka, [550]. Ces auteurs suggèrent que les petits organismes se développent quand les plus grands organismes sont éliminés par la prédation, principalement par les poissons planctonophages. Cette hypothèse pourrait se révéler juste dans les réservoirs étudiés où sont présents des poissons planctonophages tels que brochet, Gardon et autres poissons et surtout les alevins qui se nourrissent aussi de petites particules alimentaires que sélectionnent aussi le zooplancton (compétition). Cette même observation a été rapportée par Devries et Stein [551] dans les réservoirs d'Ohio (Cannada).

Leur hypothèse suggère que tout le zooplancton herbivore est en compétition (ou en concurrence) pour les mêmes ressources alimentaires; mais les plus grands se nourrissent plus efficacement en consommant un plus grand nombre de particules. Par conséquent, lorsque la prédation sur les grands organismes est faible, les petits organismes seront concurrencés et éliminés. Lorsque la prédation sur les grands organismes est élevée, ils seront éliminés, permettant ainsi aux plus petits de se développer. Nous avons également noté la disparition ou la diminution des calanoïdes juste après le lâchage des alevins au printemps dans les barrages de Boukourdane, Lakhel et Taksebt. Néanmoins l'hypothèse de la taille ne peut expliquer à elle seule la structure de la communauté du zooplancton, des études ultérieures doivent être faites pour étayer cette hypothèse. Toutefois, plusieurs expériences sur la réponse des petits Rotifères à la présence de plus grands organismes ont montré que les densités des Rotifères ont été supprimées par un troisième groupe appartenant aux cladocères les Daphnies [552 ; 549] (ce groupe est présent dans les lacs échantillonnés mais n'a pas été étudié dans ce travail).

Une autre raison possible qui expliquerait cette densité élevée des Rotifères est fournie par l'observation directe du zooplancton dans les échantillons recueillis au cours de cette étude qui montre que globalement la taille du zooplancton est relativement faible. Selon Pennack [546], les Rotifères peuvent varier entre 0.04 à 2.5 mm de long, la majorité des spécimens mesurait entre 0.1 à 1 mm. Pour les Copépodes, la gamme de longueurs étaient généralement de moins de 0.5 à 2.0 mm [534], tandis que la taille moyenne des Copépodes dans cette étude était approximativement de 0.32 à 2 mm. Ce qui laisse suggérer que les Rotifères et les nauplii des Copépodes sont beaucoup plus petits que les Copépodes adultes et ne seront donc pas consommés par les alevins et les poissons d'où probablement le nombre d'individus des Rotifères et des jeunes stades copépoditiques capturés dans cette étude.

En effet, l'étude des différents stades de développement des Copépodes a montré que les adultes dominent avec 30% le peuplement de Copépodes. Une nette dominance des femelles par rapport aux mâles représentant 85% de l'abondance totale des adultes a été enregistrée. Les autres stades de développement, à savoir, les copépodites et les nauplii représentent respectivement 40% et 30% des Copépodes totaux. Cette grande abondance

des formes juvéniles (70%) a été soulignée par plusieurs auteurs [553 ;554 ;555 ; 556].

Les facteurs qui pourraient influencer sur l'abondance des formes jeunes sont la prédation par les invertébrés et les disponibilités alimentaires [382]. Cette disponibilité des éléments nutritifs contribuerait également à l'abondance différentielle des jeunes et des adultes, c'est ainsi que les nauplii, les copépodites et les stades adultes se nourrissent de tailles différentes d'aliments.

D'autres raisons expliqueraient la supériorité numérique des Rotifères au sein de nos réservoirs :

- Leur caractère opportuniste qui leur permettrait de mieux résister aux variations des conditions environnementales [557].
- Leur plus grande compétitivité dans ces milieux en raison non seulement de leur plasticité alimentaire vis-à-vis des ressources disponibles mais aussi à cause de leur petite taille qui les rend moins vulnérables à la pression de la prédation [558] comme évoqué précédemment.
- Leur tégument plus souple et plus flexible que l'exosquelette des Copépodes qui leur permettrait également d'échapper aux prédateurs.

### 3.2.6.2 Dynamique saisonnière du peuplement zooplanctonique :

#### 3.2.6.2.1 Copépodes : (Figure 3.39)

- Lac de Barrage de Keddara :

Le nombre d'individus dans le lac de Keddara a augmenté régulièrement de 94 individus/l en hiver 2006 à 438 individus/l en été 2006. Une augmentation plus rapide au printemps est survenue avec un pic de 650 individus/l au printemps de la deuxième année d'étude avant de chuter au cours de la fin de l'été et en automne à 372 individus/l.

- Lac de Barrage de Lakhal :

Le nombre d'individus total dans le lac Lakhel est caractérisé par de rapides augmentations au cours du printemps avec un pic de 1768 individus/l au printemps (2) suivie d'une baisse rapide vers la fin de l'été et de l'automne au cours de deux années d'étude. En hiver, on note un nombre d'individus très faible, il a été observé en moyenne 134.66 individus par litre au cours de cette saison.

- Lac de Barrage de Taksebt :

Le nombre d'individus total dans le réservoir de Taksebt a baissé au cours de l'été 2007 (205 individus/l). Ce nombre d'individus est resté faible au cours de l'automne jusqu'à une brève hausse au cours de l'hiver (1098 individus/l) suivie d'une augmentation rapide en juin (1981 individus/l).

- Lac de Barrage de Boukourdane :

Le nombre d'individus total avait tendance à être plus faible durant les deux hivers puis augmente durant la saison printannière avec un pic de 2439 individus/l au cours du printemps (1) puis diminuent en été et en automne avec un minimum d'individus (435 individus/l) récoltés durant l'automne (2)

- Lac de Barrage de Ghrib :

Le nombre d'individus total dans le lac de barrage de Ghrib est passé de 29 individus/l en hiver à 889 individus/l au printemps 2008. Le nombre d'individus a augmenté en automne et une moyenne de 356.5 individus/l ont été récoltés avant de diminuer graduellement au cours de l'hiver.

- Oued Chiffa :

Oued Chiffa n'a été échantillonné que durant une période courte. Le nombre d'individu maximal (160 individus/l) a été noté durant la saison printanière.

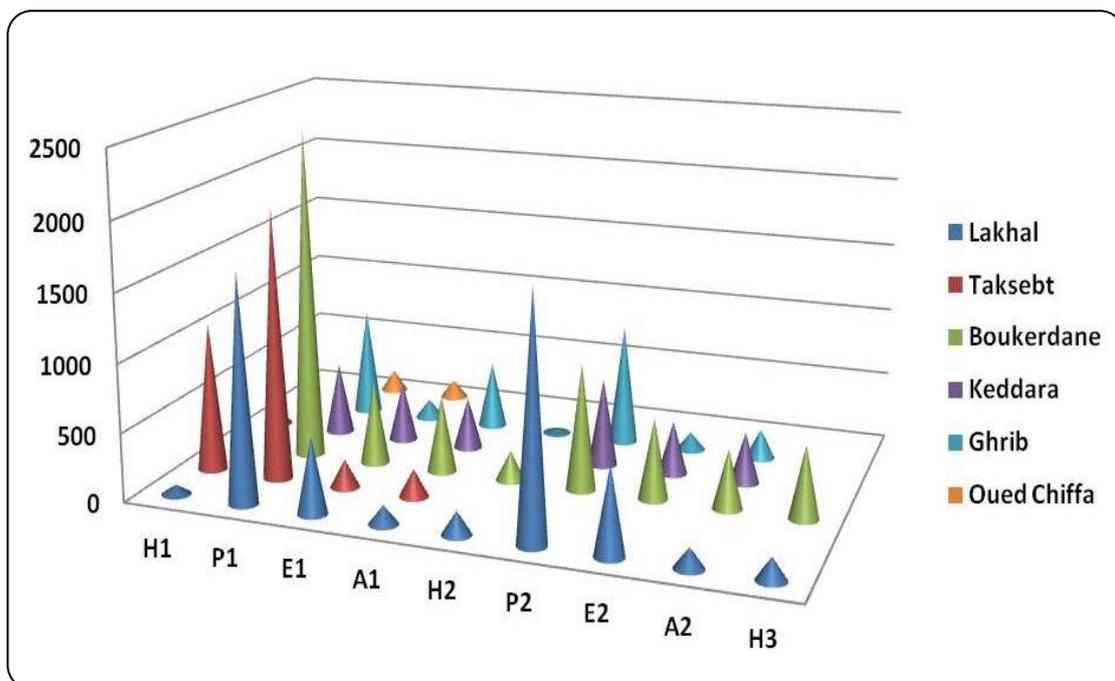


Figure 3.39 : Distribution saisonnières des Copépodes exprimée en nombre d'individus/l dans les différents plans d'eau.

### 3.2.6.2.2 Rotifères :

L'abondance totale des Rotifères varie entre 13 654 individus/ml dans le réservoir de Taksebt au printemps et 31 individus/ml dans le réservoir de Boukourdane en été (E1). En 2007, les Rotifères ont été plus abondants au printemps puis diminuent en été et surtout vers le début de l'automne, puis la population augmente mais reste faible jusqu'à la fin de l'hiver (Figure 3.40). Cette quasi-absence des Rotifères en hiver et surtout en automne est vraisemblablement liée à la baisse flagrante de la température de l'eau comme l'ont déjà soulignés Pourriot [559] et Pourriot et Deluzarches [560].

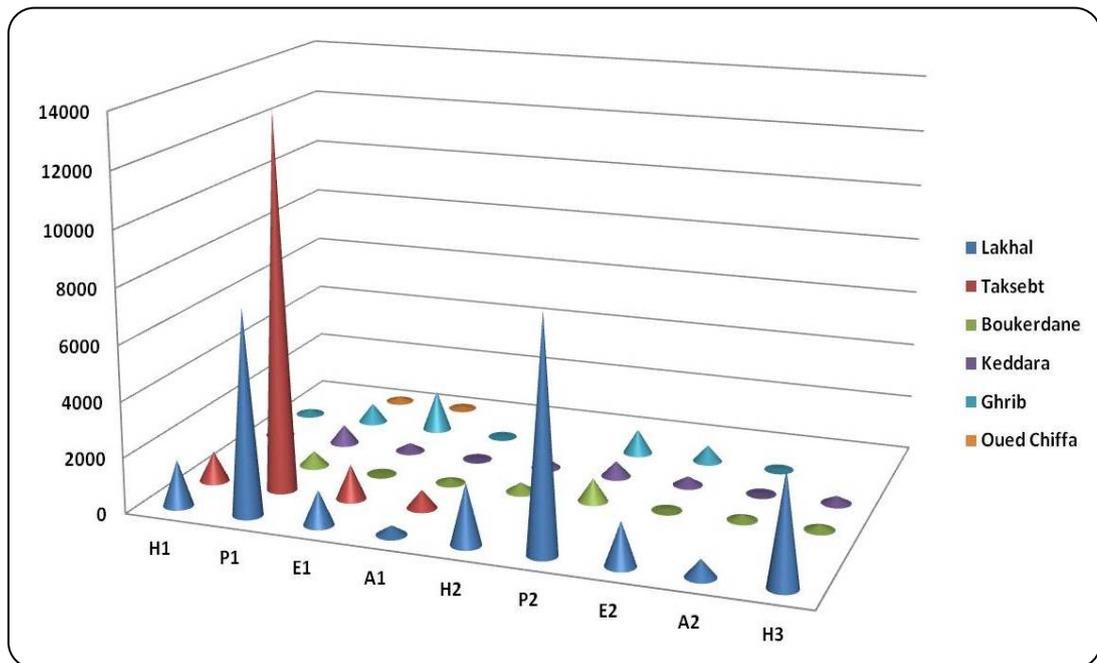


Figure 3.40 : Distribution saisonnières des Rotifères exprimée en nombre d'individus/l dans les différents plans d'eau.

Le cycle global de la densité du zooplancton dans les réservoirs révèle un cycle commun. Des densités élevées au printemps, qui diminuent en été et en automne et augmentent vers la fin de l'hiver (mi-mars). Les Rotifères ont été surtout plus abondants au printemps et à la fin de l'hiver. Cherbi *et al.*, [105] ont étudié trois réservoirs algériens où les Copépodes ont été présents surtout au printemps, en été et en automne, tandis que les Rotifères étaient plus nombreux en hiver et en faibles effectifs en automne. Bouzidi *et al.*, [544] ont noté que dans le lac Sidi M'Hamed Benali les Copépodes étaient en plus grande densité au printemps et diminuaient en été, tandis que les Rotifères étaient très abondants en hiver avec une dominance en janvier égale à 95.3% du plancton étudié.

Dans les diverses retenues de barrage de cette étude, les densités des Copépodes varient entre 29 individus/l dans le réservoir de Ghrib en hiver (H2) et 2439 individus/ml dans le réservoir de Boukourdane au printemps (P1).

Chez les Rotifères, le nombre d'organismes a été plus important et oscille entre un minimum de 40 individus/ml dans la retenue de Ghrib au cours

de l'été (E1) et un maximum de 13 654 ind/l observé dans la retenue de Taksebt au printemps (P1). Dans le réservoir de Lakhal, le nombre de Copépodes oscillait entre 70 ind/l (H1) et 1768 ind/l (P2), et celui des Rotifères, entre 331 ind/l (A1) et 8 327 ind/l (P2). Le plan d'eau de Taksebt a renfermé 205 ind/l (E1 et A1) et 1 981 ind/l (P1) de Copépodes, 663 ind/l (A1) et 13 654 ind/l de Rotifères. Le lac de Boukourdane a enregistré 218 ind/l (H2) et 2 439 ind/l (P1) de Copépodes, les Rotifères ont été représentés par 31 ind/l (E1) et 821 ind/l (P2); les échantillons du lac de Keddara ont révélé pour les Copépodes 94 ind/l (H2 et H3) et 650 ind/l (P2) et pour les Rotifères un minimum de 61 ind/l (A1) et un maximum de 687 ind/l (P1). Le réservoir de Ghrib présentait un minimum de 29 ind/l (H2) et un maximum de 889 ind/l (P2) pour les Copépodes, 40 ind/l et 155 ind/l (P1) pour les Rotifères ; l'oued Chiffa a montré une densité de Copépodes plus élevée au printemps (160 ind/ml) qu'en été (138 ind/l) les Rotifères étaient également plus nombreux au printemps qu'en été (155 ind/l et 89 ind/l).

De grandes différences saisonnières dans l'abondance ont été observées. Selon Pennack [546], les populations peuvent être monocycliques (un maxima de population durant l'année), dicyclique (deux maxima de la population) ou acyclique (pas de maxima prononcé). Selon le même auteur, l'évolution saisonnière du zooplancton suit un cycle classique: pendant l'hiver, quelques organismes sont présents, puis augmentation de leurs densités au printemps, grâce au réchauffement de l'eau et à la disponibilité de la nourriture puis diminution du nombre d'individus au cours de l'été et l'automne. Ceci a été constaté durant toute la période de cette étude. La pénurie de nourriture en raison de l'abondance du phytoplancton non comestibles en l'occurrence les cyanobactéries au cours de la période estivale pourrait également être un facteur contribuant à la diminution de la densité du zooplancton comme l'ont déjà constaté Sommer et *al.*, [561]. En effet, une étude antérieure dans les lacs de la Floride a suggéré que certaines espèces phytoplanctoniques se répercutent sur les taux de broutage du zooplancton et ne sont pas consommés peut-être en raison de la production de toxines [562].

Une autre raison de la baisse saisonnière pourrait être le stress thermique [563]. En étudiant la relation température-densité, Havens et *al.*, [563] ont constaté des baisses de printemps de la densité des espèces de Copépodes et de cladocères se produisent généralement lorsque la température de l'eau est de 30° C, mais une température de 24°C a été considéré comme optimal pour la croissance, la température étant ainsi une variable de contrôle principal. Dans cette étude, les Copépodes Cyclopoïdes diminuaient généralement avec des températures avoisinant les 30°C.

Les températures élevées peuvent empêcher les Copépodes de se reproduire pendant l'été et limiter les périodes de croissance à la fin de l'hiver et au début du printemps. Cependant, la corrélation peu significative entre la température et la densité dans les lacs étudiés (*c.f. paragraphe Corrélations entre groupes zooplanctoniques et variables environnementales*), ne va pas dans ce sens, des données supplémentaires ou d'autres facteurs environnementaux seraient peut-être nécessaires pour expliquer cette corrélation.

Dejen et *al.*, [564] et Guevara et *al.*, [565] attribuent également les faibles densités du zooplancton en hiver à la présence de précipitations ce qui expliqueraient probablement les faibles valeurs obtenues durant cette saison.

La distribution du zooplancton dans la colonne d'eau a été bien étudié par de nombreux auteurs, en général, les Copépodes ont tendance à descendre dans la colonne d'eau durant la journée afin d'éviter les prédateurs et de progresser vers la surface au crépuscule et durant la nuit pour se nourrir sur le phytoplancton concentré à la surface [566 ; 567]. Alors que les Rotifères ne migrent verticalement que dans une faible ampleur (entre 1 à 2 mètres) [568], ce qui expliquerait probablement la différence numérique saisonnière entre les individus des Copépodes et ceux des Rotifères. En effet, toutes nos récoltes ont été effectuées entre 8 heures 11 heures, parfois au moment où le soleil est le plus haut (intensité lumineuse la plus forte). Or, les Copépodes fuient la lumière et vont plus en profondeur où ils évitent les rayons nocifs du soleil. D'autres échantillonnages nocturnes seraient également utiles pour expliquer cette migration.

Dans cette étude, l'hiver s'est singularisé par une richesse en zooplancton et tout particulièrement les Rotifères : les espèces les plus abondantes sont *Polyarthra remata* avec une abondance de 62.16%, *Asplanchna priodonta* (29.13%) dans le lac de Boukourdane; *Anuraeopsis fissa* (62%), *Keratella paludosa* (20%) dans le barrage de Ghrib; *Keratella quadrata quadrata* (95.42% H1 et 86.35%-84.81% H2-H3), *Polyarthra dolichoptera* (12.55%-14.07%) dans le lac de Keddara; *Polyarthra remata* (84.38% H1, 72.74% H2 et 70.58% H3) et *Keratella quadrata quadrata* (73.12%) dans le lac de Taksebt.

Chez les Copépodes, les espèces les plus abondantes en hiver sont: *Copidodiaptomus numidicus* (40.88% H1), *Acanthocyclops trajani* (17.15% H1, 26.42% H2), *Cyclops strenuus strenuus* entre 20% et 21.5% H1-H2 dans le réservoir de Boukourdane, *Arctodiaptomus salinus* (54.75%), *Arctodiaptomus wierzejskii* et *Eucyclops agiloides* avec respectivement une abondance de 32.40% et 10.06% dans le lac de Ghrib, *Copidodiaptomus numidicus*, *Acanthocyclops trajani* et *Cyclops strenuus strenuus* (41.02%, 17.63% et 23.39%) dans le réservoir de Keddara.

Le réservoir de Lakhel ont été observées durant l'hiver les espèces suivantes, *Acanthocyclops trajani* (avec une abondance entre 23% et 43.5%), *Cyclops strenuus strenuus* (entre 12 et 42.5%) et *Paracyclops chiltoni* (entre 23% et 27.49%). Dans le lac de Taksebt, on a noté l'abondance du calanoïde *Diaptomus cyaneus cyaneus* (66.61%) et du cycloptide *Cyclops strenuus strenuus* (16.42%).

Au printemps les maximas sont atteints, les Copépodes prennent l'avantage dans les réservoirs de Boukourdane, Ghrib, Keddara et l'oued Chiffa.

#### **Les principales espèces zooplanctoniques printanières sont :**

- Dans l'oued Chiffa, *Diacyclops bicuspidatus odessanus*, *Megacyclops viridis* et *Paracyclops chiltoni*, *Euchlanis dilatata dilatata*, *Euchlanis dilatata lucksiana* et *Euchlanis meneta*. Les Brachionidae, Cephalodellidae sont rares.
- Dans le lac de barrage de Boukourdane, *Acanthocyclops trajani* (22.58% P1 et 27.31% P2), *Metacyclops minutus* (11.02% P1, 12.14% P2), *Keratella quadrata quadrata* (24.84%-25.50%), *Lecane luna* (>13%), *Lecane monostyla*

(>20%), les autres espèces comme *Copidodiaptomus numidicus*, *Cyclops strenuus strenuus*, *Microcyclops rubellus*, *Paracyclops chiltoni*, *Megacyclops viridis*, *Brachionus quadridentatus*, *Polyarthra remata* sont moins abondantes et considérées comme rares (abondance comprise entre 5 et 10%). Les espèces comme *Eucyclops serrulatus*, *Macrocyclops albidus*, *Microcyclops varicans*, *Paracyclops affinis*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus calyciflorus calyciflorus*, *Notholca foliacea*, *Cephalodella catellina*, *Cephalodella gibba*, *C. nana*, *Scardium longicaudum*, *Lepadella acuminata*, *L. ovalis*, *L. patella*, *Euchlanis dilatata*, *Lecane lunaris*, *Gastropus stylifer*, *Trichitria tetractis tetractis*, *Mytilina bisulcata*, *Polyarthra bicerca*, *P. dolichoptera*, *Trichocerca cylindrica*, *T. ruttneri*, *T. stylata*, *Pompholyx sulcata*, *Testudinella caeca*, *T. incisa*, *T. patina*, *Conochilus*, *Hexarthra fennica*, *Filinia longiseta* sont considérées comme des espèces présentes occasionnellement (0-5%).

- Dans le lac barrage de Ghrib, *Arctodiaptomus salinus* (82.92%), *Eucyclops agiloides* (entre 10% et 11.5%), *Keratella quadrata quadrata* (8-14.5%), *Gastropus stylifer* (23%-29.5%), *Polyarthra remata* (25.54%-26.28%), *Filinia longiseta* (21.74%-4.38%). Les autres espèces: *Arctodiaptomus wierzejskii*, *Acanthocyclops trajani*, *Anuraeopsis fissa*, *Keratella americana*, *K. cochlearis cochlearis*, *K. paludosa* et *Hexarthra fennica* sont considérées comme espèces occasionnelles.

- Dans le lac barrage de Keddara, *Copidodiaptomus numidicus*, *Acanthocyclops trajani*, *Megacyclops viridis*, *Paracyclops chiltoni*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra dolichoptera* sont peu abondantes (entre 10%-40%). *Keratella quadrata quadrata* est l'espèce la plus abondante (53.53%).

- Dans le lac barrage de Lakhal, *Acanthocyclops trajani* (41.66% P1 et 34.62% P2), *Cyclops strenuus strenuus*, *Metacyclops minutus*, *Paracyclops chiltoni*, *Keratella quadrata quadrata* et *Polyarthra remata*, (abondance entre 10% et 40%), *Ascomorpha ovalis* (>43%). Les autres espèces comme *K. cochlearis cochlearis*, *Keratella americana*, *K. mixta*, *Asplanchna priodonta*, *Colurella colurus*, *Dicranophorus caudatus*, *Lecane lunaris*, *Gastropus stylifer*, *Trichocerca ruttneri* et *Testudinella patina* sont considérées rares ou occasionnellement présentes.

- Dans le lac barrage de Taksebt, *Diaptomus cyaneus cyaneus* (48.75%), *Keratella quadrata quadrata* (24.21%), *Ascomorpha ovalis* (20.51%),

*Pompholyx complanata* (24.48%), *Acanthocyclops trajani* (16.21%) et *Eucyclops agiloides* (10.31%) sont les espèces les plus abondantes. Les espèces rares sont *Paracyclops chiltoni*, *Microcyclops rubellus*, *Copidodiaptomus numidicus*, *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis var hispida*, *K. mixta* et *Polyarthra dolichoptera*, (5% et 10%) tandis que les autres espèces comme *Brachionus dimidiatus*, *Brachionus quadridentatus*, *B. sericus*, *Keratella procurva*, *K. reducta*, *K. tropica*, *K. valga*, *Lecane punctata*, *L. luna*, *L. monostyla*, *Polyarthra bicerca*, *Pompholyx sulcata*, *Testidunella emarginula*, *T. patina*, *Hexarthra intermedia brasiliensis* et *Filinia sp.* sont des espèces occasionnelles. *Thermocyclops oblongatus*, *Tropodiaptomus incognitus*, *Eucyclops serrulatus*, *Brachionus budapestinensis*, *K. cochlearis cochlearis*, *K. irregularis*, *K. testudo*, *K. ticinensis*, *Lepadella adjuncta*, *E. dilatata*, *E. dilatata lucksiana*, *E. triquetra*, *Trichotria tetractis similiis*, *T. tetractis tetractis*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholyx triloba*, et *collotheca ambigua* étaient absentes durant cette saison.

**A la fin du printemps et durant l'été**, correspondant probablement à la période d'éclosion des œufs de poissons (Barbeaux, Gardons, sandres, Carpes, etc....introduits dès la construction de ces barrages – un nouveau lâcher de carpes a été effectué en 2007) et donc l'apparition de prédateurs de zooplancton ce qui conduit à une diminution de la densité des Copépodes et des Rotifères qui constituent leur principale source de nourriture pour la plupart de ces poissons. Les mêmes constatations ont été rapportées par Reys-Marchant *et al.*, [569]. La densité plus ou moins élevée des Copépodes dans certains lacs durant cette saison résulterait de la sélection de la nourriture par les prédateurs.

**Les espèces caractéristiques de la saison estivale sont :**

- Dans l'oued Chiffa, *Paracyclops chiltoni* (61%-100%), *Paracyclops poppei*, *Keratella cochlearis var hispida*, *E. dilatata lucksiana* et *Lecane papuana* (10-40%), *Acanthocyclops trajani*, *Eucyclops agiloides*, *E. dilatata dilatata*, *Lecane luna* (5% - 10%). Les autres espèces comme *Graeteriella unisetigera*, *Megacyclops viridis*, *Microcyclops varicans*, *Brachionus quadridentatus*,

*Colurella adriatica*, *C. monodactylos*, *Lepadella patella*, *Lecane arculeata*, *L. doryssa*, *L. subtilis* et *L. punctata* étaient présentes occasionnellement.

- Dans le réservoir de Boukourdane, les espèces les plus abondantes sont *Copidodiaptomus numidicus* (33%-39.33%), *Eucyclops agiloides* (21.03%-27.16%), *Metacyclops minutus* (12.52%-15.62%), *Keratella quadrata quadrata* (11.76%-5.63%), *Notholca sp.* (14.71%-12.68%), *Testudinella patina* (14.71%-8.45%) et *Hexarthra fennica* (38.24%-69.01%).

Les espèces rares ou occasionnelles sont : *Acanthocyclops trajani*, *Cyclops strenuus strenuus*, *Macrocyclus albidus*, *Megacyclops viridis*, *Microcyclus rubellus*, *Paracyclops chiltoni*, *Scaridium longicaudum*, *Euchlanis incisa*, *Mytilina bisulcata*, *Polyarthra vulgaris*, les autres espèces étaient absentes.

- Dans le réservoir de Ghrib, *Arctodiaptomus salinus* (48.95% et 48.09%), *Eucyclops agiloides* (50.35% E1 et 51.91% E2) et *Keratella paludosa* (92.81%-86.38%) sont les espèces dominantes durant l'été. Les autres espèces comme *Acanthocyclops trajani*, *Anuraeopsis fissa*, *Keratella quadrata quadrata*, *Gastropus stylifer* et *Polyarthra remata* sont occasionnelles.

- Dans le réservoir de Keddara, les espèces dont les abondances sont comprises entre 10% et 40% sont : *Copidodiaptomus numidicus* (28.35% E1-42.60% E2), *Cyclops strenuus strenuus* (14.94% E1- 3.06% E2), *Macrocyclus albidus* (10.06%-15.56%), *Megacyclops viridis* (18.60%-18.37%), *Paracyclops chiltoni* (12.20%-6.12%), *Polyarthra remata* (38.85% et 30.06%) et *Hexarthra intermedia brasiliensis* (38.18% et 42.41%).

Les espèces rares (dont l'abondance ne dépasse pas 10%) sont : *Metacyclops minutus*, *K. cochlearis cochlearis* et *K. ticinensis*. Les espèces occasionnelles sont nombreuses, il s'agit de *Acanthocyclops trajani*, *Ectocyclops phaleratus*, *Keratella quadrata quadrata*, *Notholca sp.*, *Colurella colurus*, *Gastropus stylifer*, *Polyarthra dolichoptera*, *Asplanchna priodonta* et *Collotheca pelagica*.

- Dans le réservoir de Lakhal, *Acanthocyclops trajani* (30.09% E1, 22.29% E2), *Eucyclops agiloides* (30.09%-27.94%), *Metacyclops minutus* (15.07% et 20.57%), *Paracyclops chiltoni* (13.68% et 18.21%), *K. cochlearis cochlearis* (20.30%-24.02%), *Keratella quadrata quadrata* (31.49% E1, 28.13% E2), *Colurella uncinata uncinata* (17.26%-19.27%) et *Polyarthra remata* (> 14%). Les espèces rares ou occasionnelles sont : *Cyclops strenuus strenuus*, *Macrocyclus albidus*, *Megacyclops viridis*, *Metacyclops planus*, *Microcyclus*

*varicans*, *M. rubellus*, *Asplanchna priodonta*, *Keratella mixta*, *K. tropica*, *Colurella adriatica*, *C. colurus*, *Lecane doryssa*, *Lecane punctata*, *Ascomorpha ovalis*, *Ascomorpha ecaudis* (E2), *Epihanes clavulata* (E2), *Synchaeta oblonga*, *Pompholyx sulcata* (E1), *Hexarthra fennica* et *Hexarthra sp.* (E2).

- Dans le réservoir de Taksebt, les espèces les plus abondantes sont *Copidodiaptomus numidicus* (25.37%), *Eucyclops agiloides* (32.68%), *Paracyclops chiltoni* (14.63%), *Asplanchna priodonta* (10.31%), *Keratella paludosa* (21.76%), *Keratella reducta* (23.69%) et *Keratella ticinensis* (10.80%). Les espèces rares (abondance comprise entre 5% et 10%) sont : les Copépodes *Acanthocyclops trajani*, *Cyclops strenuus strenuus*, *Microcyclops varicans*, *Paracyclops chiltoni* et les Rotifères: *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata quadrata*, *Ascomorpha ovalis*, et *Polyarthra remata*.

Les espèces présentant une abondance comprise entre 0 et 5% sont : *Mixodiaptomus incrassatus*, *Tropodiaptomus incognitus*; *Microcyclops rubellus* et *Thermocyclops oblongatus*, *Keratella cochlearis var hispida*, *Brachionus budapestinensis*, *Notholca foliacea*, *Lepadella adjuncta*, *L. ovalis*, *Euchlanis dilatata lucksiana*, *E. triquetra*, *Lecane monostyla*, *Polyarthra dolichoptera*, *Pompholyx complanata*, *Testudinella patina* et *Collotheca ambigua*.

**Au début de l'automne et jusqu'en hiver**, la densité des Copépodes et des Rotifères diminuent fortement (surtout celles des Rotifères) en corrélation avec la température (Figure.) et la densité du phytoplancton (Figure.)

Le peuplement caractéristique de cette saison dans chaque barrage est le suivant:

- Lac de Boukourdane, les espèces les plus abondantes sont : *Copidodiaptomus numidicus* (72.68% A1 et 66.90% A2), *Testudinella patina* (19.75%-22.22%) et *Polyarthra remata* (62.35% et 67.68%).

Les espèces moins abondantes, rares ou épisodiques, *Cyclops strenuus strenuus* (11.25% et 12.87%), *Eucyclops agiloides* (> 9%). *Microcyclops rubellus* *Paracyclops chiltoni*, *Macrocyclops albidus* et *Megacyclops viridis*, *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata quadrata*, *Notholca sp.* (A2), *Polyarthra dolichoptera*, *Mytilina biscalata*, *Trichocerca ruttneri*, *Hexarthra fennica*, *Filinia longiseta* et *Filinia pejleri* ont toutes une abondance inférieure à 1%.

- Lac de Ghrib, les espèces très abondantes sont: *Arctodiaptomus salinus* (86.44% A1 et 73.06% A2) et *Anuraeopsis fissa* (64% - 32.20%). Les espèces peu abondantes et rares *Arctodiaptomus wierzejskii*, *Keratella paludosa*, *Keratella quadrata quadrata*, *Gastropus stylifer* et *Testudinella patina*; les autres espèces sont soit rares soit occasionnelles.
- Lac de Keddara, *Polyarthra dolichoptera* (74.60% A1, 67.14% A2), *Copidodiaptomus numidicus* (43.49% A1, 46.52% A2), les espèces dont l'abondance varie entre 10% et 40%, *Cyclops strenuus strenuus*, *Megacyclops viridis*, *Keratella cochlearis var hispida* et *Keratella quadrata quadrata*.
- Lac de Lakhal, *Acanthocyclops trajani*, *Cyclops strenuus strenuus*, *Eucyclops agiloides*, *Megacyclops viridis*, *Paracyclops chiltoni*, *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis cochlearis*, *Keratella quadrata quadrata*, *Ascomorpha ovalis* (A2), *Polyarthra remata* sont des espèces dont l'abondance varie de 10% à 40%. *Eucyclops agiloides* et *Colurella uncinata* sont considérées comme des espèces rares, les espèces occasionnelles sont: *Macrocyclus albidus*, *Ascomorpha ovalis* (A1) et *Polyarthra dolichoptera*.
- Lac de Taksebt, *Copidodiaptomus numidicus*, *Cyclops strenuus strenuus*, *Eucyclops agiloides*, *Megacyclops viridis*, *Paracyclops chiltoni*, *Keratella paludosa*, *Keratella reducta*, *K. ticinensis*, *K. testudo* sont les espèces les plus abondantes. Les espèces rares ou occasionnelles sont: *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis cochlearis*, *K. cochlearis var hispida*, *K. irregularis*, *K. quadrata quadrata*, *K.tropica*, *Lecane monostyla*, *Ascomorpha ovalis*, *Trichotria tetractis tetractis*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. remata*, *Pompholyx complanata*, *P. triloba*, *Testudinella patina*, *Hexarthra mira* et *collothea ambigua* n'ont été représentées qu'avec une faible abondance qui ne dépasse pas les 10% (Voir Appendice 3).

### 3.2.6.3 Etude de la dynamique saisonnière de certaines espèces:

#### 3.2.6.3.1. Copépodes :

##### Cyclopidae

##### ❖ ***Cyclops strenuus strenuus***

Cette espèce a fait son apparition à partir du janvier pour atteindre son maximum d'abondance moyenne en mars. Ceci confirme les observations

faites par Dussart [409] qui indique que cette espèce est sténotherme d'eau froide, puis par Abdullahi [570] qui signale à son tour l'importante reproduction de cette espèce à basses températures. Elle reste pourtant peu abondante durant le printemps et l'été jusqu'à l'automne.

Selon Cherbi [69] *C. strenuus* est une espèce hivernale, son cycle biologique comprend une période d'abondance des adultes et des Copépodites de décembre à avril et une période de disparition des adultes avec une présence uniquement des copépodites en été et en automne.

Dans l'ensemble des réservoirs, l'optimum de la population est observé généralement aux mois de mars et avril. Cette poussée hivernale et du début du printemps est marquée par la présence de femelles ovigères en mars. A la fin du printemps, le nombre d'individus diminue et atteint dans certains barrages (5 individus/l). En été et en automne, les échantillons contenaient uniquement les stades copépodites (Figure 3.41).

En résumé, le peuplement de *Cyclops strenuus* montre une évolution similaire dans l'ensemble de l'étude : stades naupliens en juin-juillet, développement des copépodites au cours de l'été, présence d'adultes à l'entrée de l'hiver. Cette même évolution a été notée dans les travaux de Cherbi [69] dans le réservoir de Hamiz (Algérie), par Rey [571] dans les étangs et les lacs dans les Pyrénées (France) et par Sellami et *al.*, [572] dans les réservoirs tunisiens.

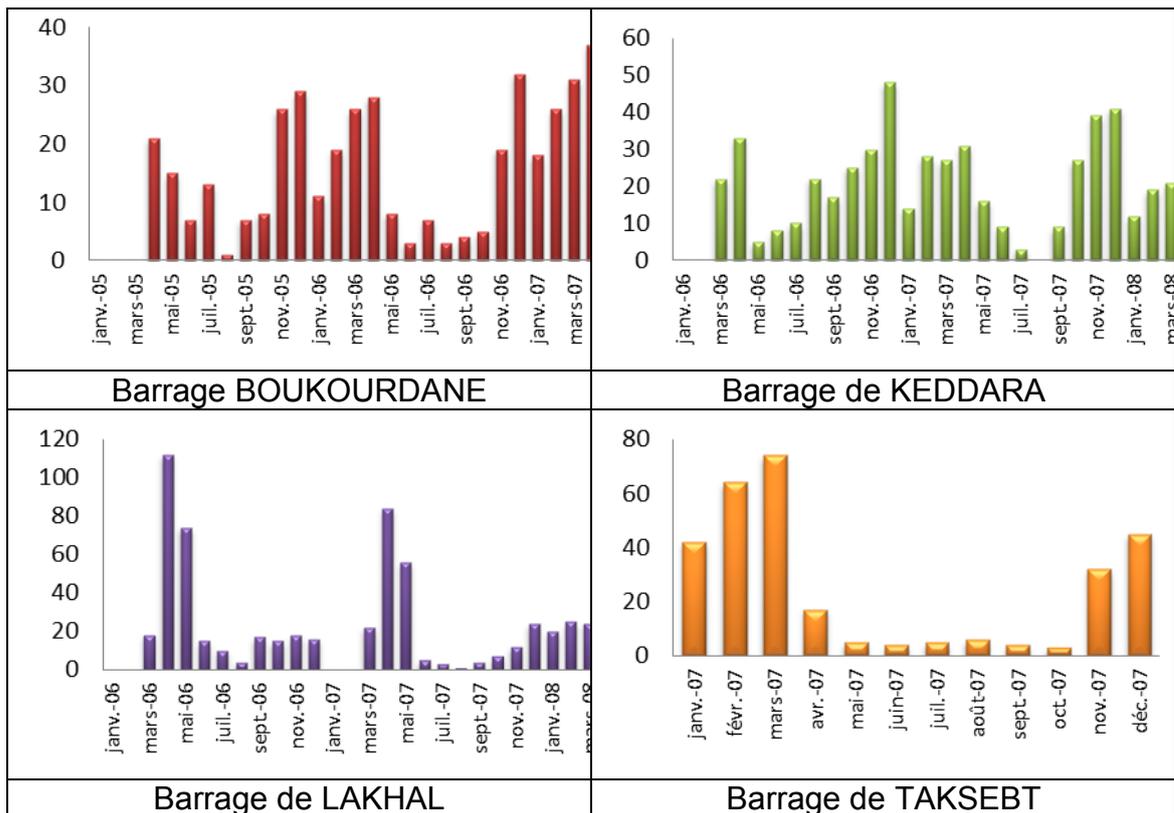


Figure 3.41 : Variations mensuelles de *Cyclops strenuus strenuus*.

#### ❖ *Acanthocyclops trajani*

Cette espèce a été observée dans tous les échantillons. Une faible population a été observée au cours des mois d'hiver, d'été et d'automne (de juillet à mars). Cependant le plus grand nombre de spécimens a été récolté d'avril à juin et un pic a été observé au cours du mois de mai 2006 avec 64 individus/l au niveau du réservoir de Keddara, au mois de juin 2006 (395 individus/l) au niveau du lac Lakhel, au mois d'avril 2007 (207 individus/l) à Taksebt, au mois de mai 2006 (124 individus/l) au niveau de Boukourdane et au mois d'avril 2007 (10 individus/l) dans le lac de Ghrib. Le pic de l'oued Chiffa a été noté de juin à juillet avec 5 individus/l (Figure 3.42).

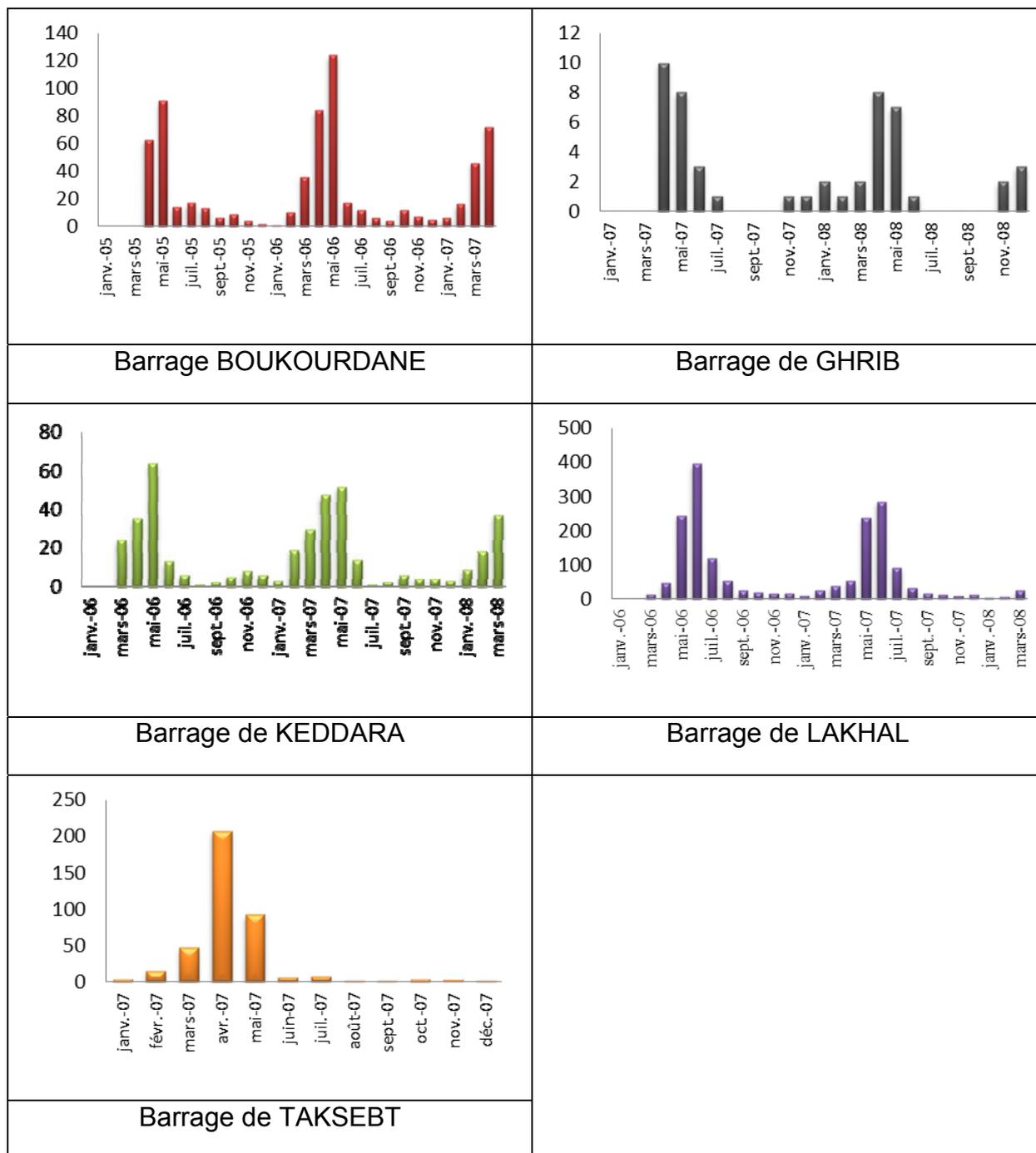


Figure 3.42: Variations mensuelles d'*Acanthocyclops trajani*

### ❖ *Eucyclops agiloides*

Cette espèce est présente dans les cinq sites. L'évolution de sa population est marquée surtout au printemps et en été par la présence de plusieurs individus avec une densité maximale au mois d'avril (188 individus/l) dans le lac de Taksebt. En hiver, son apparition est plus précoce dans le réservoir de Boukourdane. Au printemps, la densité de la population croît sensiblement jusqu'à la fin de l'été (Figure 3.43).

La baisse brutale dans certains barrages s'explique par la diminution de la température et par les perturbations du milieu dues aux premières précipitations automnales. Une telle distribution saisonnière a été rapportée par les travaux de Cowell [573] dans la rivière du Missouri.

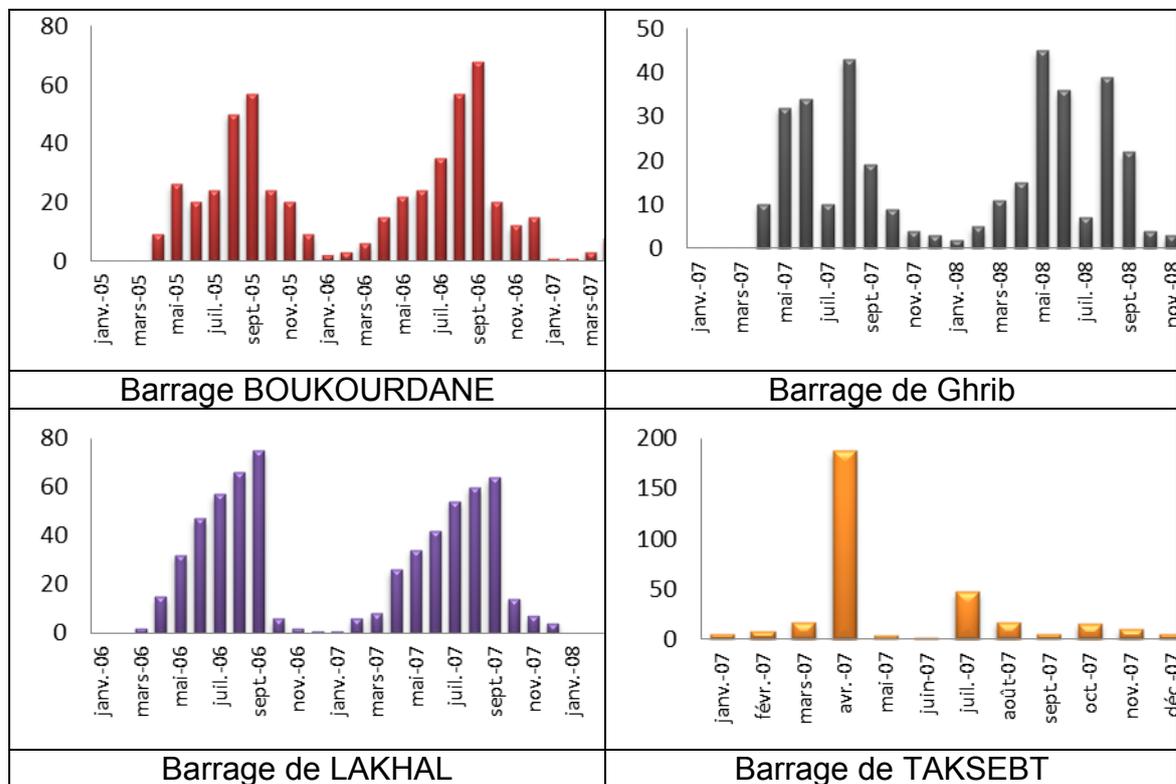
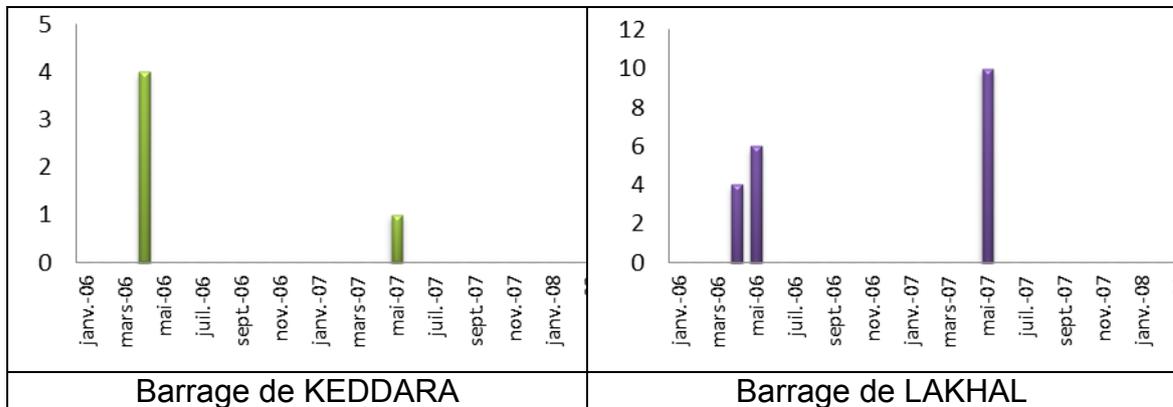


Figure 3.43 : Variations mensuelles d'*Eucyclops agiloides*

### ❖ *Cyclops abyssorum mauritaniae*

Les concentrations des nauplii, copépodites et adultes sont très faibles durant toute la période de notre échantillonnage, un maximum de 10 individus/l a été atteint au mois de mai dans le lac de Lakhall (Figure 3.44). Une similarité

dans l'évolution de cette espèce a été déjà mentionnée dans un rapport sur l'analyse du zooplancton du Loch Leven en Ecosse par Gunn et May [574].



**Figure 3.44 :** Variations mensuelles de *Cyclops abyssorum mauritaniae*

#### ❖ *Paracyclops chiltoni*

Les densités de sa population sont très faibles au cours des trois premiers mois de l'hiver, mais à partir du mois de mai, nous avons constaté une augmentation rapide de sa population qui a atteint 245 individus/l au cours du mois de juin 2007 dans le réservoir de Lakhal. Les densités diminuent à partir du mois de juillet jusqu'aux mois de février et mars. On note l'absence totale de cette espèce au cours des mois de novembre et décembre 2006 et en Janvier 2007 dans le lac de Boukourdane (Figure 3.45).

#### ❖ *Paracyclops affinis*

Cette espèce n'a été récoltée que dans deux sites (Boukourdane et Lakhal). Les densités de *P.affinis* sont restées à des niveaux faibles (< à 13 individus/l). Il semble que dans cette étude que l'espèce soit printanière et disparaisse progressivement à partir de mois de juillet jusqu'à la fin de l'hiver (Figure 3.46).

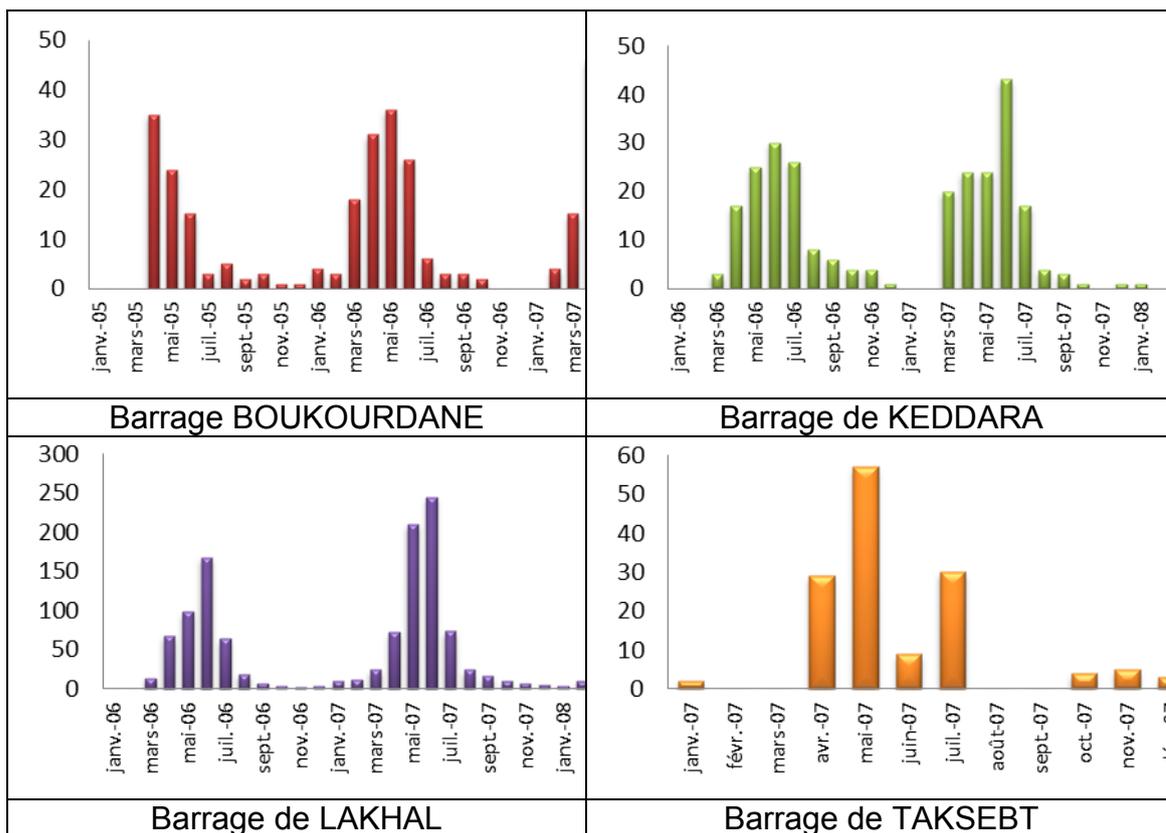


Figure 3.45 : Variations mensuelles de *Paracyclops chiltoni*

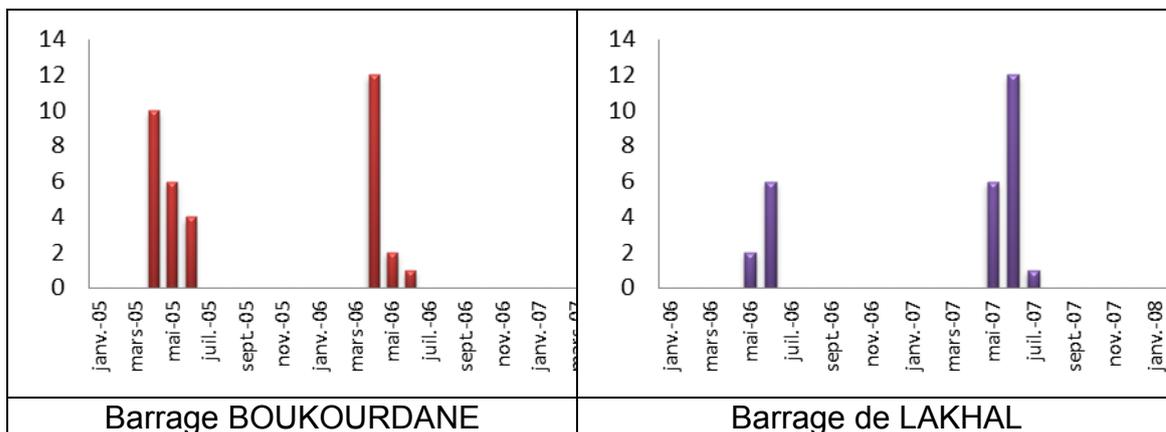


Figure 3.46 : Variations mensuelles de *Paracyclops affinis*

❖ ***Megacyclops viridis viridis***

Cette espèce se retrouve dans tous les sites sauf dans le réservoir de Ghrib. Le plus grand nombre d'individus a été retrouvé en juin 2006 dans la retenue du barrage de Keddara avec 89 individus/l (Figure 3.47).

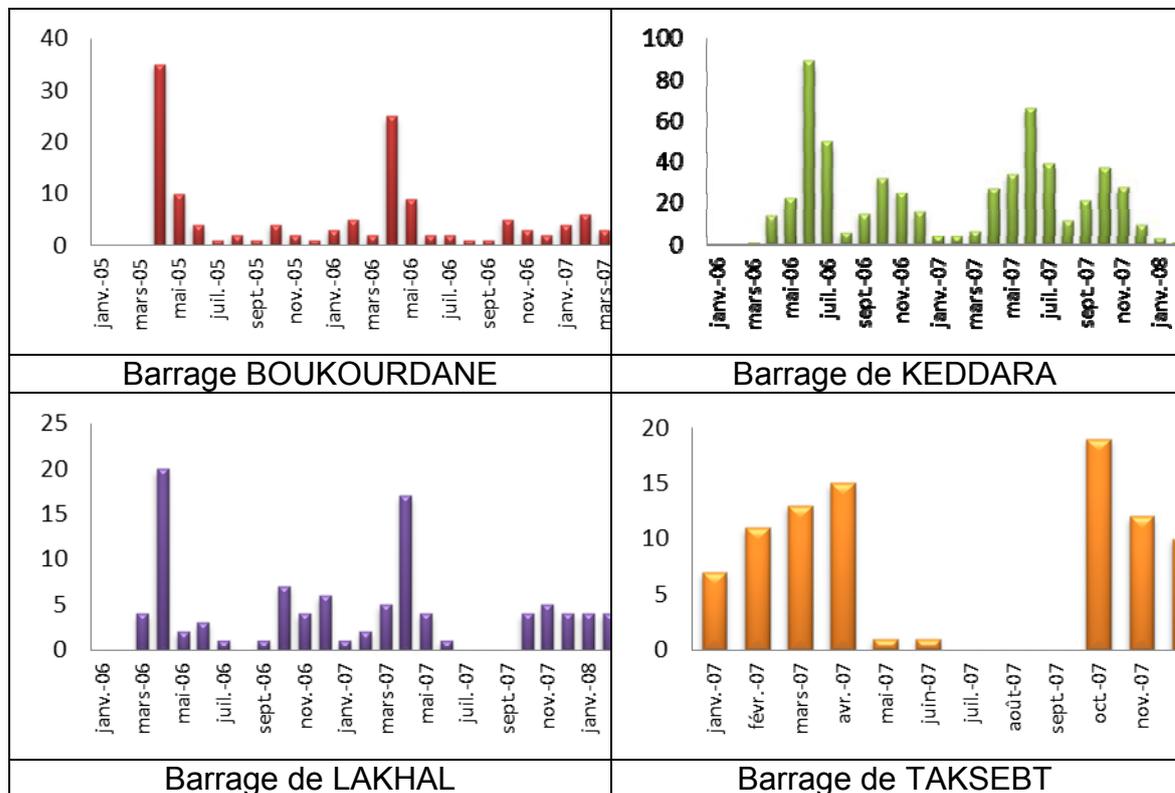


Figure 3.47 : Variations mensuelles de *Megacyclops viridis viridis*

❖ ***Microcyclops varicans varicans***

Cette espèce n'a été rencontrée que dans trois sites : Boukourdane, Lakhal et Taksebt. Le maximum d'individus (28 individus/l) a été capturé dans le site de Boukourdane au mois de juillet 2005. Cette espèce disparaît à la fin du mois d'août jusqu'à la fin du mois d'avril (Figure 3.48).

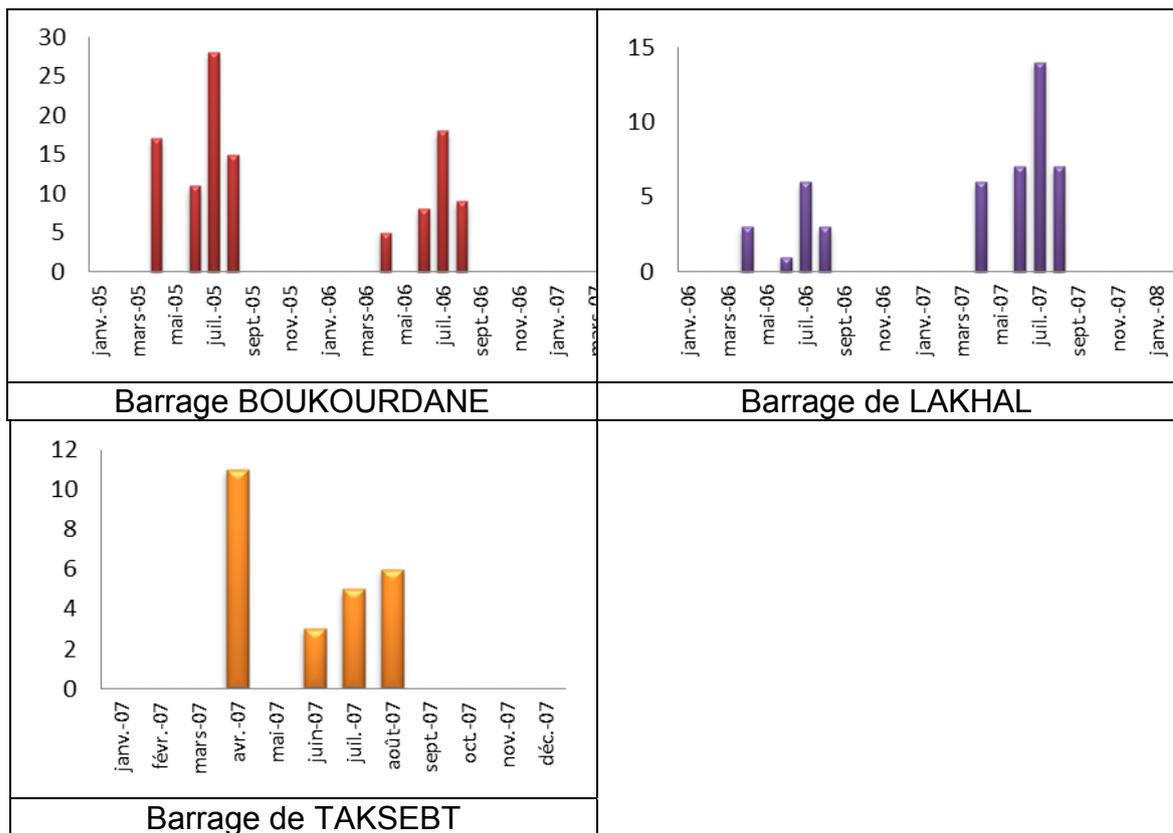


Figure 3.48 : Variations mensuelles de *Microcyclops varicans varicans*

#### ✚ Calanoida :

Les Calanoida ont été récoltés très rarement dans nos échantillons. Selon Jeppesen et *al.*, [575] et Geraldès et Boavida [576], les Calanoïdes sont toujours plus abondants dans les zones pélagiques alors que la densité des Copépodes Cyclopoïdes suit la tendance inverse. Parmi ces Calanoïdes récoltés, nous avons :

#### ❖ *Mixodiaptomus incrassatus*

Les adultes sont absents d'août à mars dans les récoltes. Ils n'apparaissent qu'au mois d'avril jusqu'à juillet avec un maximum au mois d'avril (35 individus/ml) (Figure 3.49). La rapidité de la croissance est favorisée par la hausse de la température. Ces mêmes observations ont été aussi rapportées par Belmonte et *al.*, [577] dans les petits plans d'eau du parc National Pollino dans le sud de l'Italie.

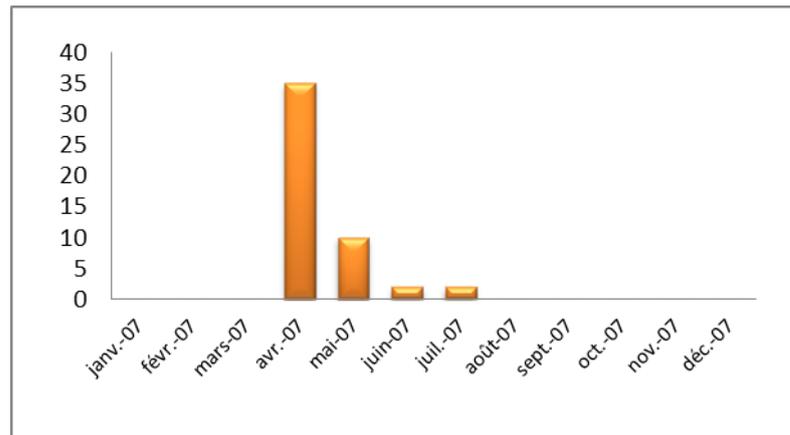


Figure 3.49 : Variations mensuelles de *Mixodiaptomus incrassatus* dans le lac de de Taksebt.

#### ❖ *Diaptomus cyaneus cyaneus*

L'espèce est décrite comme une espèce sténotherme froid [138 : 402 ; 404]. Sa présence dans le barrage de Taksebt s'explique probablement par des températures basses durant les saisons hivernale et printanière (Figure 3.50). Cette espèce effectue typiquement son cycle de développement en hiver, au printemps et est absente en été et en automne.

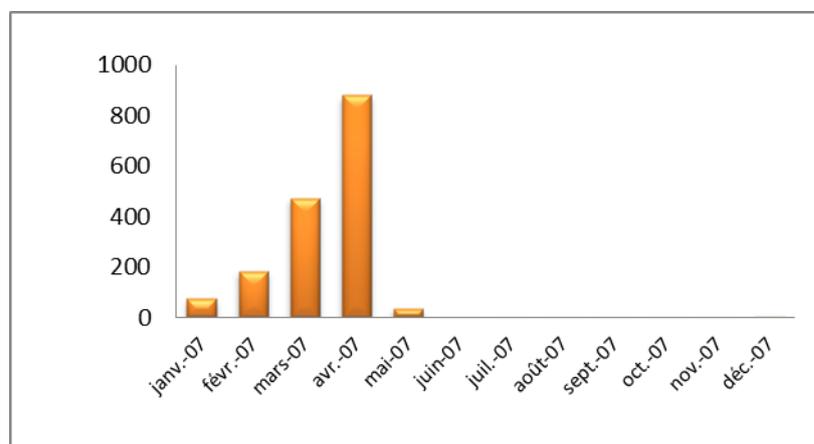


Figure 3.50 : Variations mensuelles de *Diaptomus cyaneus cyaneus* au niveau du réservoir de Taksebt

#### ❖ *Copidiaptomus numidicus*

Cette espèce est présente toute l'année dans les retenues de Boukourdane, de Taksebt et de Keddara durant avec une densité maximale en octobre 2005 dans le réservoir de Boukourdane (340 individus/l). En hiver, elle est peu abondante. À partir du printemps, la densité de sa population augmente

graduellement puis reste stable au cours de l'été jusqu'au mois de septembre ou octobre selon les sites (où elle présente un pic) puis diminue brusquement en novembre (Figure 3.51). Des observations similaires dans la variation saisonnière de cette espèce ont été notées par Cherbi *et al.*, [105] dans trois réservoirs algériens et par Sellami *et al.*, [578] dans quatre réservoirs tunisiens. En septembre, les femelles portent des sacs ovigères qui contiennent 6 à 8 œufs. Elle semble préférer les zones pélagiques ce qui pourrait suggérer un « évitement de la zone littorale » ou « Shore avoidance » [579] et Geraldès et Boavida [576]. Selon ces auteurs, certaines espèces ont tendance à éviter les zones littorales parce qu'elles sont plus vulnérables à la prédation par les poissons jeunes.

Dans les réservoirs cités précédemment, les poissons sont dominés par les Cyprinidés. Bien qu'ils ne soient pas planctonophages, ils peuvent avoir un impact sur les assemblages des cladocères et des Copépodes [580 ; 581]. Caramujo *et al.*, [582] notent également que les jeunes stades de *C. numidicus* sont des proies potentielles pour certains cyclopidés.

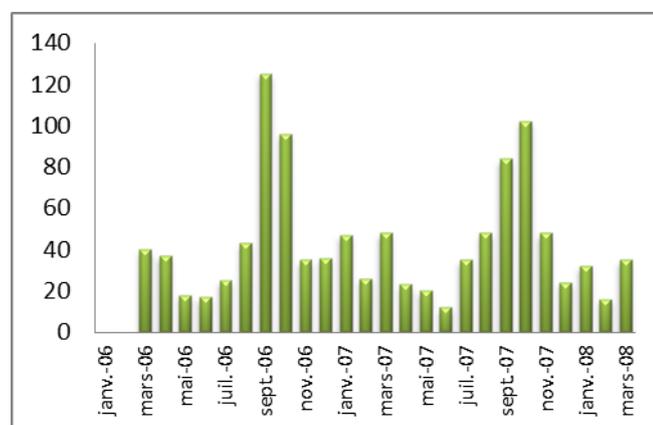
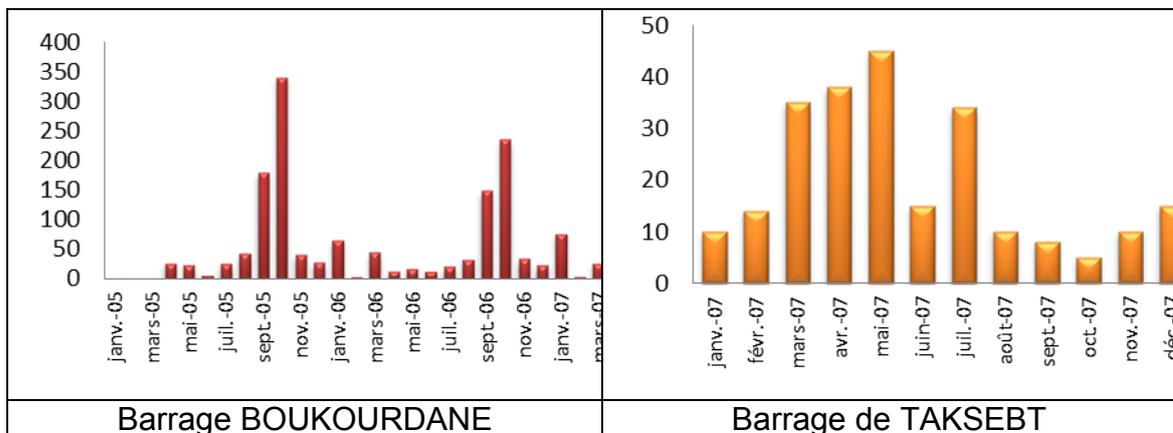


Figure 3.51 : Variations mensuelles de *Copidiaptomus numidicus*

### ❖ *Arctodiaptomus salinus*

Le Calanoïde *Arctodiaptomus salinus* n'est récolté que dans un seul site (Lac de Ghrib). Il présente deux périodes d'abondance, séparées par une baisse de la densité au mois de juillet. Le premier pic d'abondance a lieu au printemps. La baisse du niveau d'eau dans le lac Ghrib en raison de l'irrigation à partir du mois de juin entraîne une diminution des nutriments. Cette diminution pourrait être à l'origine d'une moindre fertilité puis du déclin des populations au mois de juillet. Une nouvelle augmentation de la population se produit à partir d'août jusqu'à la fin décembre avec un pic moins important au mois d'octobre (Figure 3.52). Le développement plus lent de la génération d'hiver pourrait être expliqué par la rareté de la nourriture et par des températures plus basses (Gurney, 1931 in [583]).

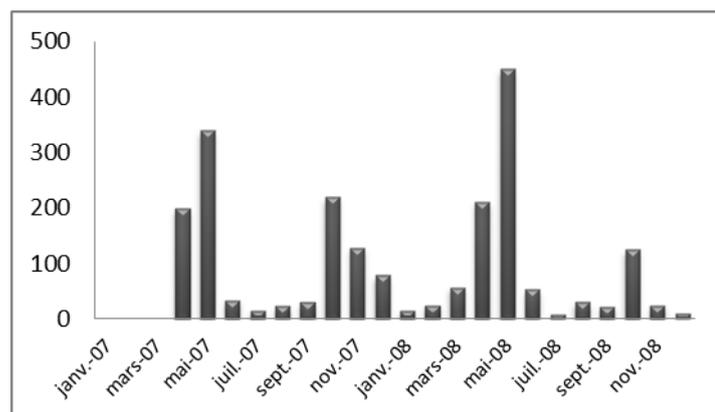


Figure 3.52 : Variations mensuelles d'*Arctodiaptomus salinus* dans le lac de Ghrib

### ❖ *A. wierzejskii*

*A. wierzejskii* colonise le lac Ghrib au cours de la période de décembre à mai. Elle est abondante dans le lac en février et avril, et disparaît en juin, juillet, août et septembre (Figure 3.53).

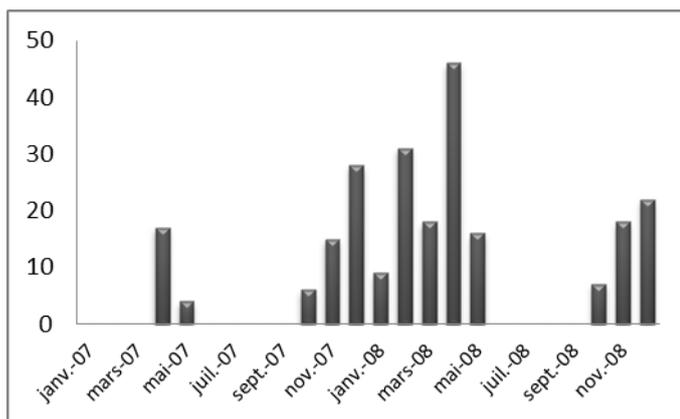


Figure 3.53 : Variations mensuelles d'*Arctodiaptomus wierzejskii* dans le lac de Ghrib

### 3.2.6.3.2 Rotifères :

#### ❖ *Brachionus quadridentatus quadridentatus*

La variation saisonnière de *Brachionus* est marquée par la présence d'un pic au mois de juin 2007 dans le réservoir de Taksebt, aux mois d'avril et mai 2005, avril 2006 et 2007 dans le lac de Boukourdane (Figure 3.54).

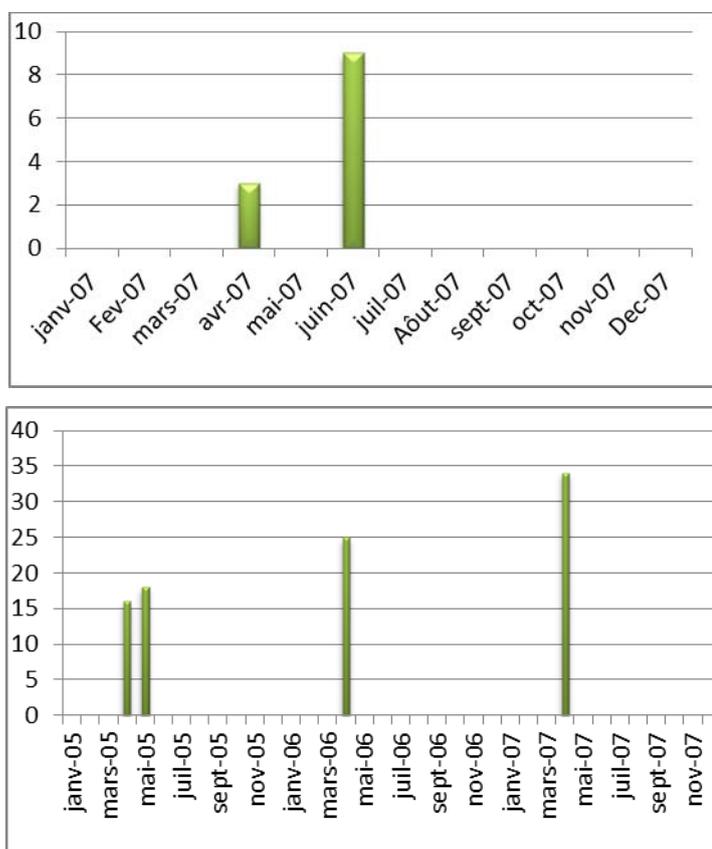


Figure 3.54: Variations mensuelles de *Brachionus quadridentatus quadridentatus* dans les lacs de Taksebt et Boukourdane.

#### ❖ *Brachionus dimidiatus*

Cette espèce n'a été rencontrée que dans la retenue de Taksebt avec un pic au mois de mai 2007 (132 ind/l) (Figure 3.55). Son absence dans les autres bassins serait probablement liée à la forte diminution de la charge organique d'une part et d'autre part à la compétition avec les autres Rotifères.

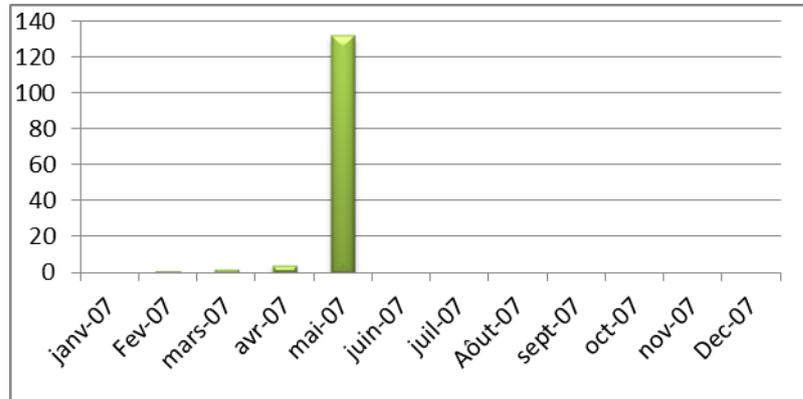


Figure 3.55: Variations mensuelles de *Brachionus dimidiatus* dans le lac de Taksebt.

#### ❖ *Keratella reducta*

Cette espèce a été observée à partir du mois d'août dans le réservoir de Taksebt, elle atteint un pic de 191 ind/l en septembre puis décroît et disparaît à la fin du mois de janvier (Figure 3.56).

Dans la retenue du barrage de Lakhal, l'espèce n'a été retrouvée qu'en mai avec un très faible nombre d'individus.

#### ❖ *Keratella quadrata quadrata*

*Keratella quadrata* est un microfiltreur qui est tributaire pour son développement des petites algues phytoplanctoniques (*Chlamydomonas sp.*, *Chrysomonas sp.* et *Cryptomonas sp.*) des bactéries et des détritux [584 ; 559]. Cette espèce a été observée dans tous les lacs. Elle apparaît à la fin du mois de mars et présente un pic en avril dans les lacs de Taksebt, Keddara et Boukourdane et un pic au mois de juin dans le réservoir de Lakhal. Le maximum d'individus a été récolté dans le lac de Taksebt (2506 ind/l) (Figure 3.57).

Dans les autres plans d'eau, le nombre moyen d'individus est inférieure à 17 ind/l (cas du lac de Ghrib et de l'oued Chiffa).

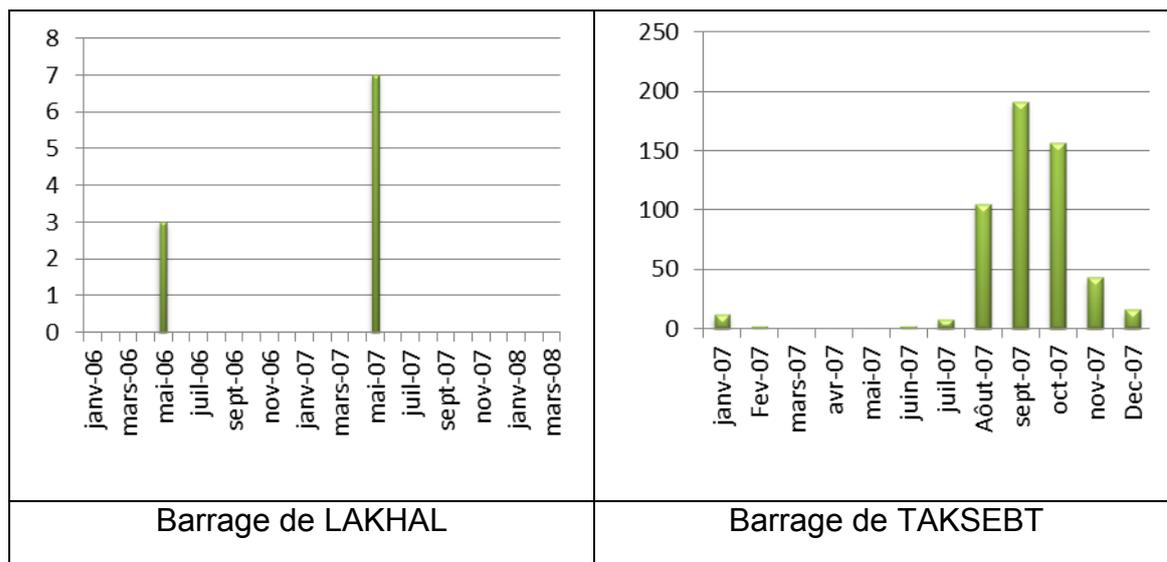


Figure 3.56: Variations mensuelles de *K. reducta* dans les différentes retenues d'eau.

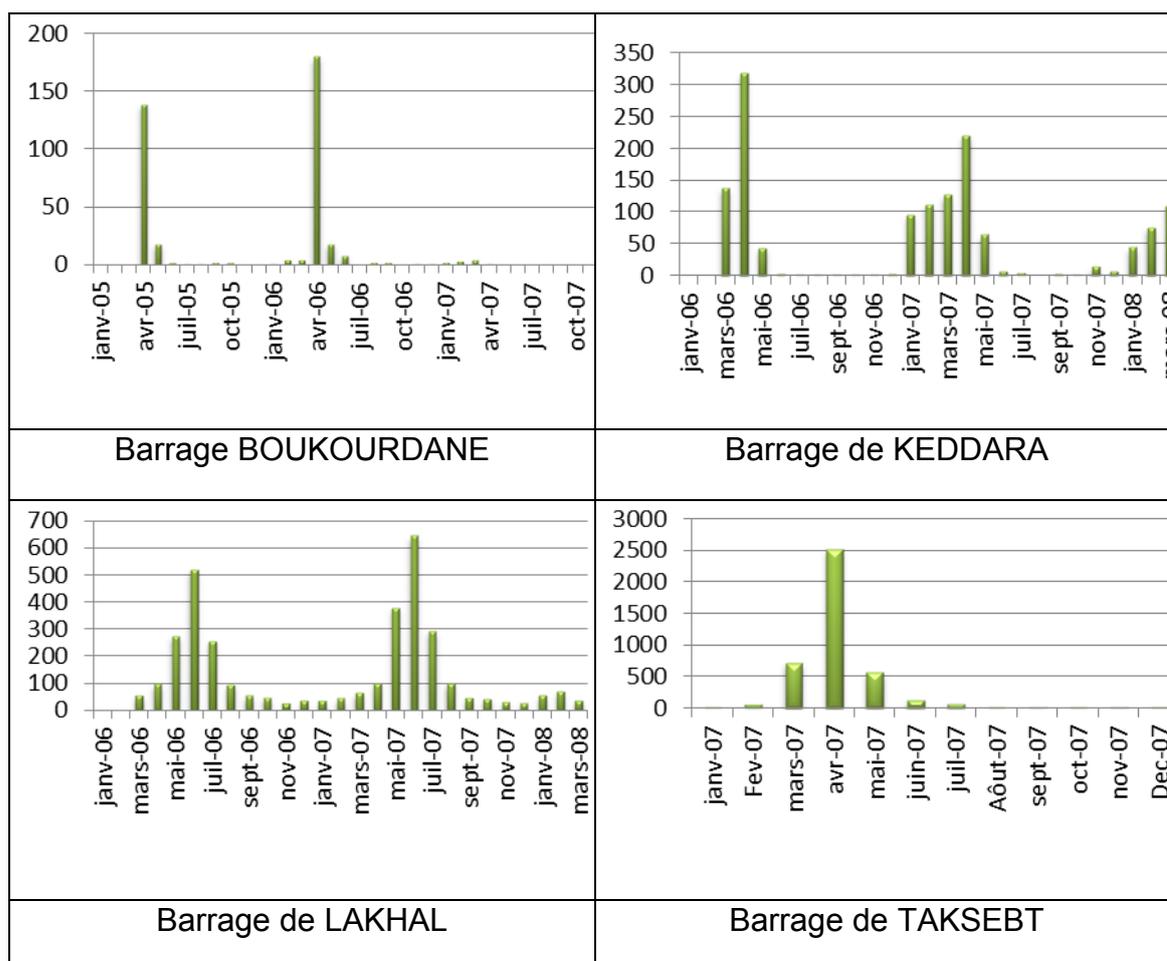


Figure 3.57: Variations mensuelles de *K. quadrata quadrata* dans les différentes retenues d'eau.

❖ ***Keratella ticinensis***

L'espèce a été rencontrée dans les trois retenues : Taksebt, Boukourdane et Keddara. Mais, c'est dans le réservoir de Taksebt qu'elle présente un maximum d'individus au mois de septembre (90 ind/l). Elle apparaît au mois d'août et disparaît en novembre (Figure 3.58).

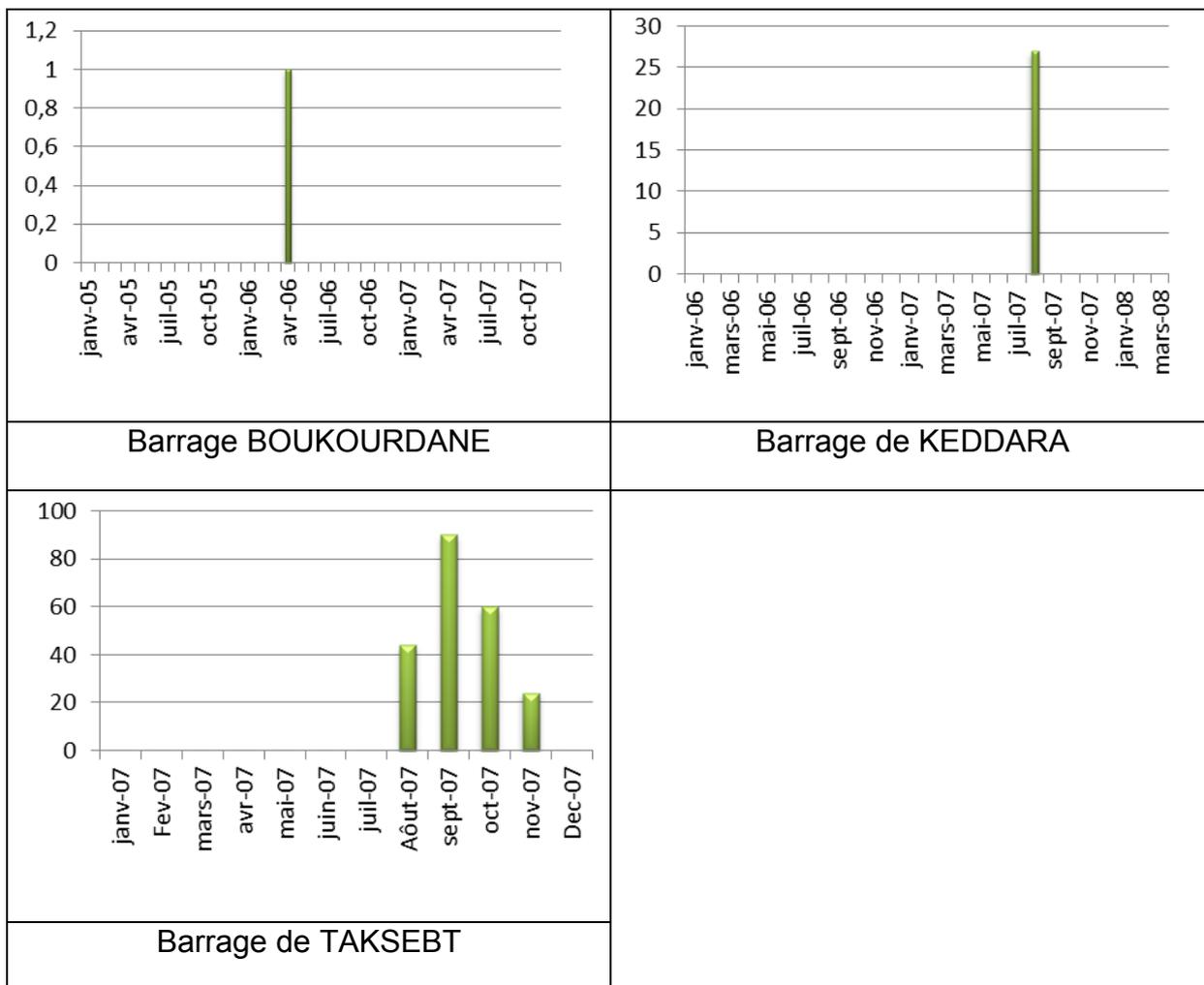


Figure 3.58: Variations mensuelles de *K. ticinensis* dans les différentes retenues d'eau.

❖ ***Keratella paludosa***

Elle a été récoltée dans la retenue du barrage de Ghib et dans celle de Taksebt. Cette espèce n'apparaît que vers la fin de l'été (septembre) dans Ghib avec un pic de 1240 ind/l. Dans la retenue de Taksebt, cette espèce est

pérenne et présente deux pics, l'un au printemps (285 ind/l) et l'autre moins important vers la fin de l'été (en septembre avec 143 ind/l) (Figure 3.59).

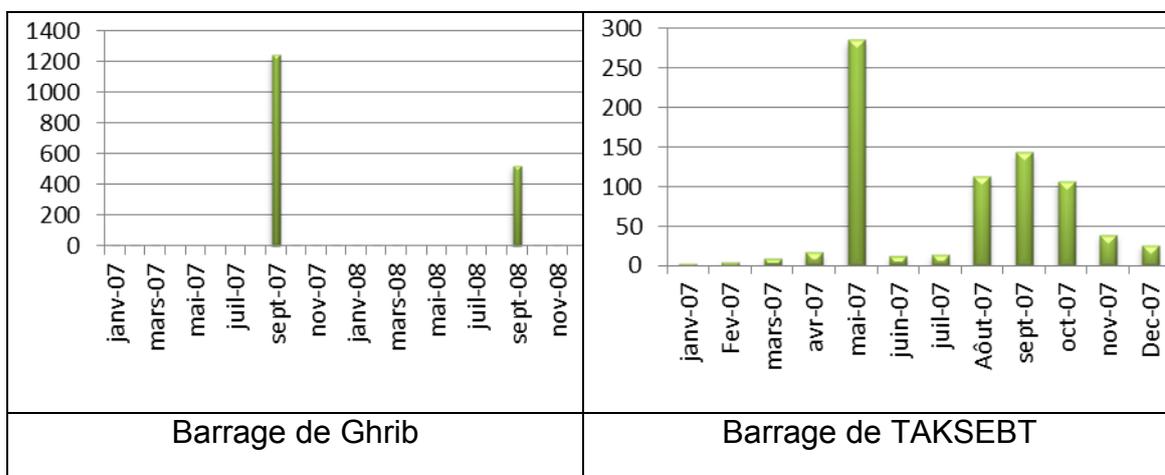


Figure 3.59: Variations mensuelles de *K. paludosa* dans les différentes retenues d'eau.

#### ❖ *Anuraeopsis fissa*

Cette espèce est caractéristique du lac de Ghrib, elle apparait de janvier à août puis de septembre à décembre avec un pic au mois de septembre (25 ind/l) (Figure 3.60).

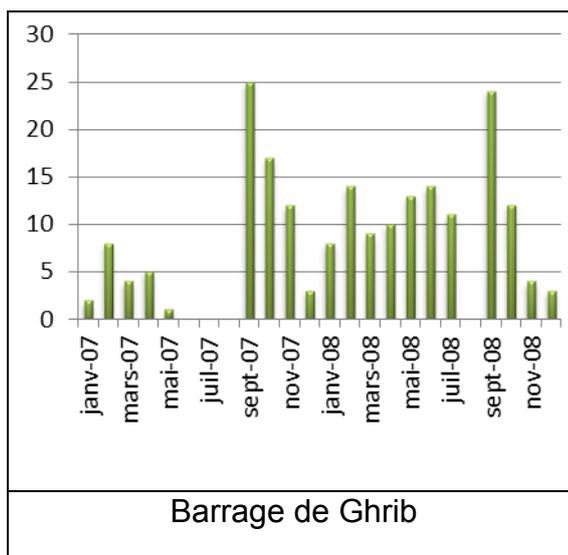


Figure 3.60: Variations mensuelles d' *Anuraeopsis fissa* dans la retenue de Ghrib.

### ❖ *Gastropus stylifer*

Récoltée avec un nombre d'individus très faible (43 ind/l) tout au long de cette étude. Elle n'apparaît que durant quelques mois et disparaît en hiver (Figure 3.61).

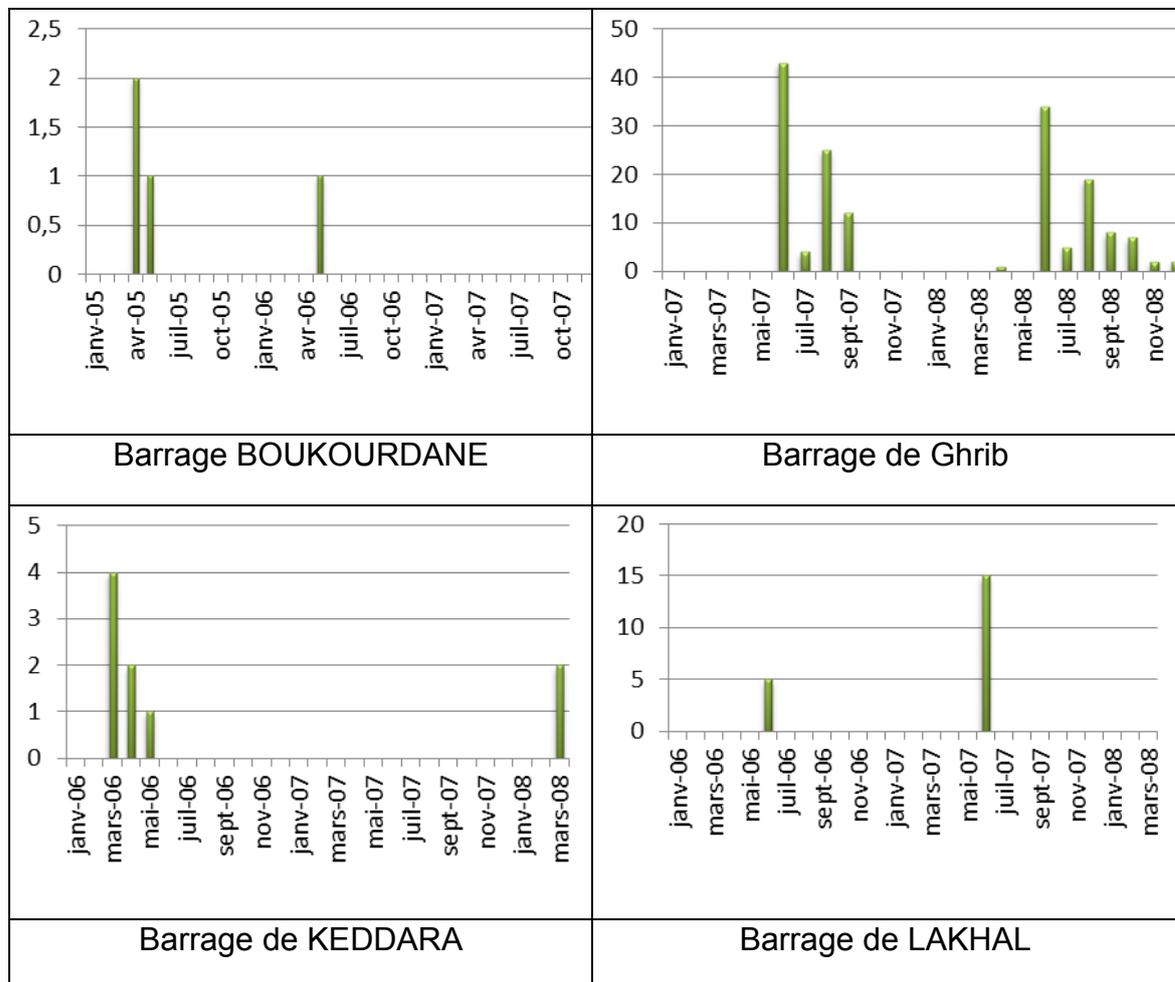


Figure 3.61: Variations mensuelles de *Gastropus stylifer* dans les différentes retenues d'eau.

### ❖ *Polyarthra remata*

Cette espèce a été retrouvée dans les cinq sites étudiés. Le maximum d'individus a été observé dans la retenue de Lakhall en mars 2008 (2400 ind/l) (Figure 3.62). Cette espèce apparaît en mars (LE), en avril (GR) et en mai (KE) et semble être une espèce pérenne dans le lac de Taksebt. Son développement coïncide avec l'amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau, l'élévation de la température et un développement important des

Chlorophycées. Les mêmes effets ont été montrés par Gilbert [585] dans des étangs situés au Royaume uni.

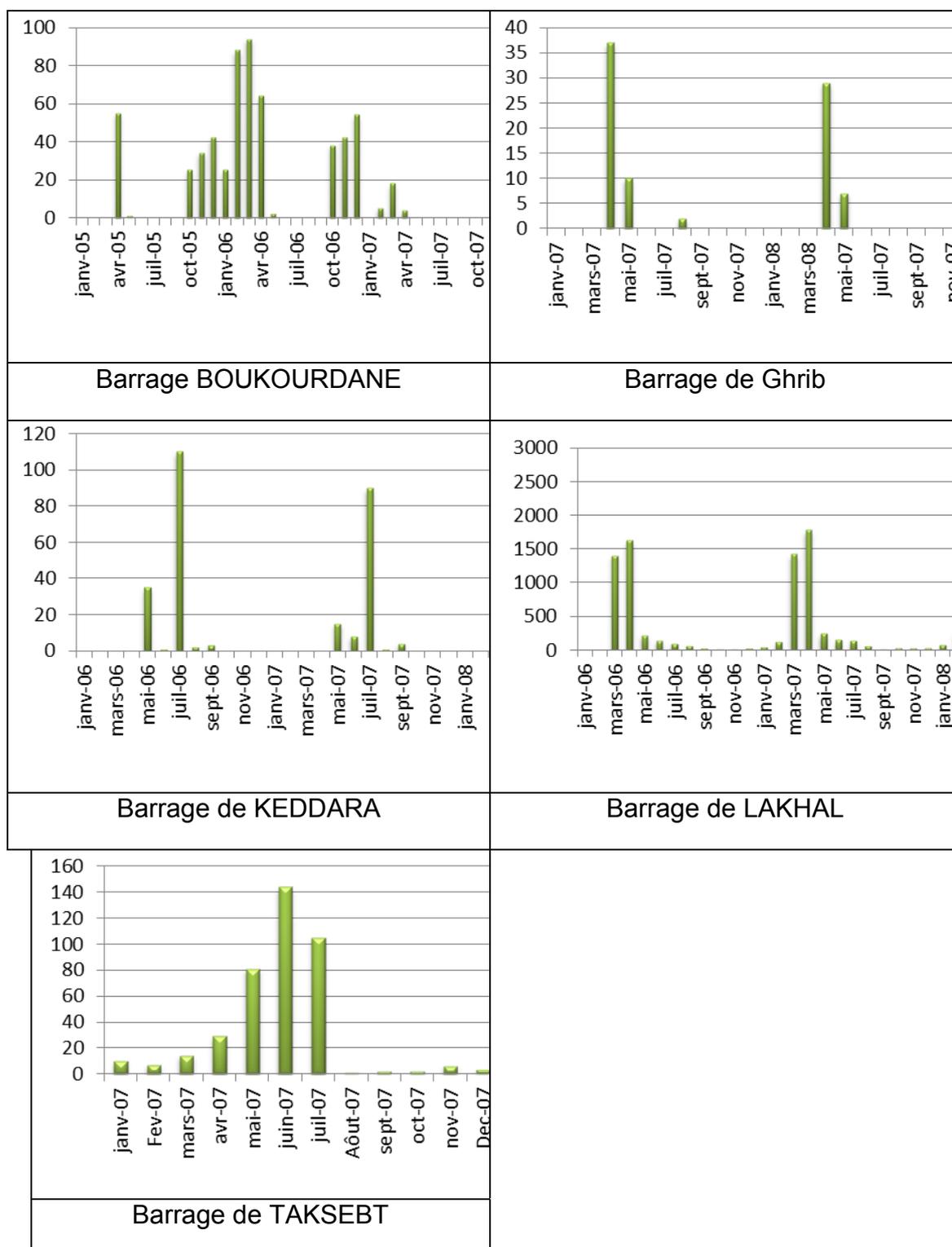


Figure 3.62: Variations mensuelles de *P. remata* dans les différentes retenues d'eau.

### ❖ *Asplanchna priodonta*

Présente seulement dans quatre réservoirs, c'est au niveau de la retenue de Taksebt en juin qu'un grand nombre d'individus a été capturé (443 ind/l). Dans le lac de Boukourdane, elle est apparue avec un effectif réduit, un pic faible a été observé au mois de février 2006 (Figure 3.63). Présente durant toutes les saisons dans la retenue de Lakhall.

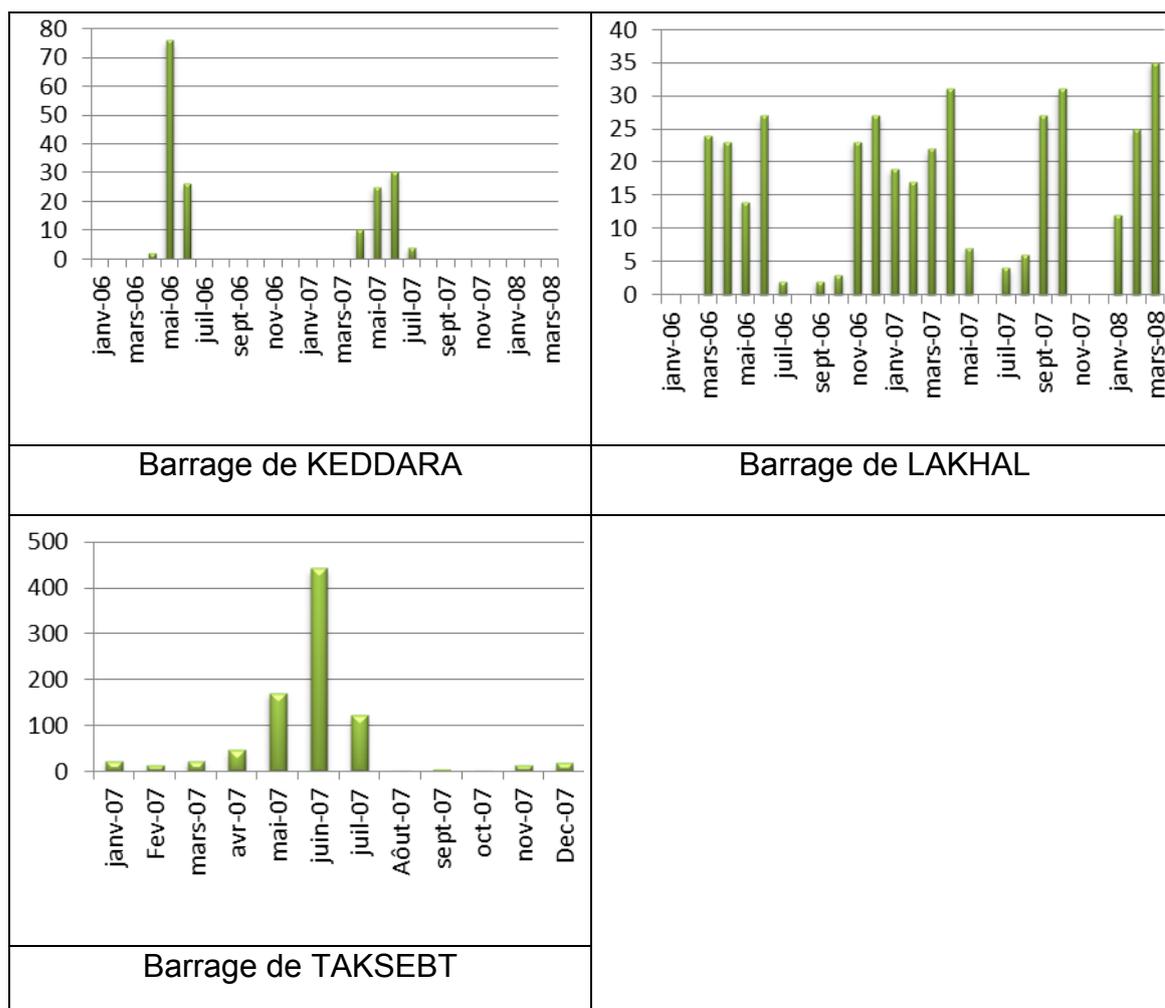


Figure 3.63: Variations mensuelles d'*A. priodonta* dans les différentes retenues d'eau.

### ❖ *Polyarthra dolichoptera*

Le nombre d'individus récoltés dans les retenues de Boukourdane, Ghrif et Keddara est faible (nombre < 32 ind/l). Cependant dans les lacs de Taksebt et de Lakhall, il est plus élevé (426 ind/l) durant les mois de mai ou de mars

selon les sites (Figure 3.64). C'est une espèce plutôt printanière qu'estivale. De plus, le nombre d'individus réduit d'*Asplancha priodonta* durant ces mois, écarte toute prédation possible par ce Rotifère qui participe souvent au déclin de cette espèce [586 ; 587].

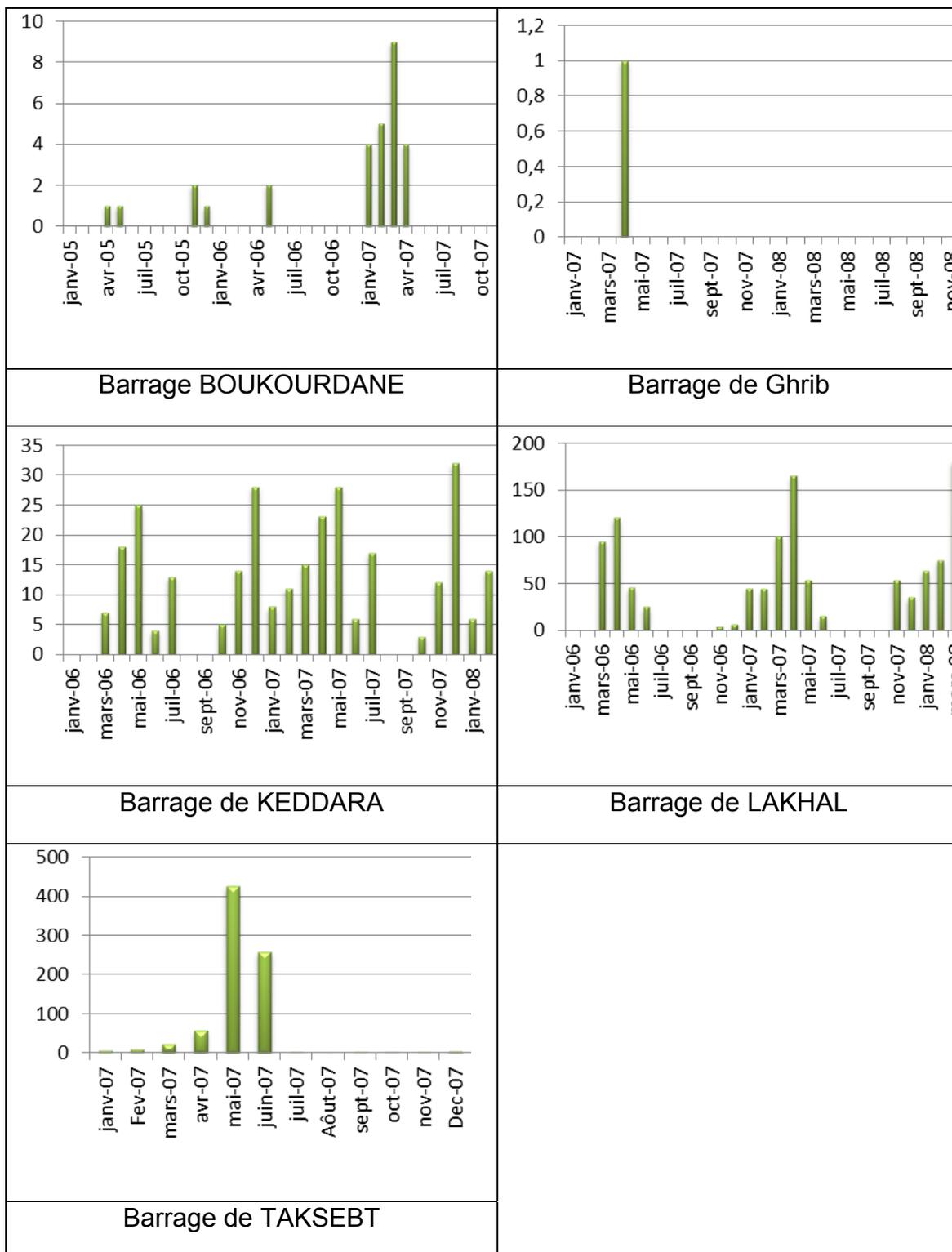


Figure 3.64: Variations mensuelles de *P. dolichopectera* dans les différentes retenues d'eau.

### 3.2.7 Structure du peuplement du zooplancton :

Pour obtenir une meilleure approche sur la structure du peuplement, les paramètres suivants ont été calculés:

L'indice de diversité de Shannon

L'indice d'équitabilité

La richesse spécifique selon Margalef

Les résultats de l'étude sont illustrés par les figures n° 3.65 à 3.69.

#### 3.2.7.1 Indice de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité :

Le calcul de l'indice de diversité spécifique permet d'évaluer la richesse faunistique d'un milieu donné.

Nous avons calculé les valeurs de la diversité ( $H'$ ) en utilisant l'indice de Shannon-Weaver, bien qu'il varie directement en fonction du nombre d'espèces ( $S$ ); les espèces rares présentent un poids beaucoup plus faible que les plus communes [588]. Toutefois, si quelques espèces très rares échappent à un échantillonnage, l'estimation de la diversité du peuplement n'est pratiquement pas affectée [299].

Pour beaucoup d'écologistes, une diversité élevée correspond à une stabilité plus grande [589]. Plus la diversité est grande, plus les liens trophiques entre les divers groupes constituant une biocénose sont complexes [588]. En définitive, plus grande sera la diversité spécifique, plus nombreuses seront les facteurs qui augmenteront la stabilité du système [588].

Ainsi, la diversité d'un peuplement n'est pas figée. Elle est tributaire de l'évolution du peuplement. Elle est faible au début, augmente quand celui-ci est en cours de structuration, passe par un maximum puis tend à se stabiliser vers 2 à 4.5 bits par individus [300].

En raison des cycles biologiques propres à chaque espèce, la composition et la structure des peuplements varient d'une manière continue au fil des mois. C'est pour cette raison que la diversité calculée d'après l'indice de Shannon-Weaver et d'équitabilité présentent également des variations saisonnières:

- Retenue de Boukourdane :
  - Copépodes : entre un minimum de 0.97 bits en automne (A1) et un maximum de 2.37 bits au printemps (P1). L'équitabilité varie entre 0.47 (A1) et 0.92 (P1).
  - Rotifères : entre 2.04 bits au printemps (P2) et un maximum de 3.61 bits en hiver (H2) et en automne (A2). L'équitabilité varie entre 0.49 P2 et 1 en E1, A1, H2, E2 et A2.
  
- Retenue de Ghrib :
  - Copépodes, l'indice de diversité varie entre un minimum de 0.49 bits en automne (A1) et un maximum de 1.03 bits en H2; l'équitabilité varie entre 0.35 en A1 et 1 en E2.
  - Rotifères : un minimum de 2.79 bits au P1 et un maximum de 4.26 bits en été (E1); l'équitabilité est égale à 1 durant toutes les saisons.
  
- Retenue de Keddara :
  - Copépodes, les valeurs varient entre un minimum de 1.23 bits en automne (A2) et un maximum de 1.98 bits au printemps (P1). L'équitabilité varie entre 0.69 en H1 et A2 et 0.90 au printemps (P1).
  - Rotifères, entre un minimum de 2.86 bits observé au printemps (P1) et un maximum de 4.37 bits en H1. L'équitabilité varie entre 0.93 P1 et 1 pour toutes les autres saisons.
  
- Retenue de Lakhal :
  - Copépodes, un minimum de 1.47 bits est observé en automne (A1) et en hiver (H3) et un maximum de 1.76 bits au printemps (P1). L'indice d'équitabilité varie entre 0.61 P1 et 0.93 en A2.
  - Rotifères, 2.71 bits est la valeur la plus faible observée en automne (A2) et 3.91 bits en hiver (H1) est la valeur maximale. L'équitabilité varie entre un minimum de 0.95 P2 et 1 pour toutes les autres saisons.
  
- Retenue de Taksebt :
  - Copépodes, cet indice de diversité varie entre un minimum de 1.1 bits en H1 et un maximum de 1.83 bits pendant la saison estivale. La valeur de

l'équitabilité varie entre un minimum de 0.57 en hiver (H1) et 0.79 en été (E1).

- Rotifères, entre 2.41 bits en été et 3.44 bits en hiver, l'équitabilité varie entre 0.78 (P1) et 1 en hiver (H1).

Si l'on considère les groupes (Copépodes et Rotifères) séparément, l'indice de diversité spécifique  $H'$  présente des valeurs souvent peu élevées qui témoignent de la prépondérance de quelques espèces, voire d'une seule. C'est le cas pour la valeur moyenne minimale (0,71) obtenue à Ghrib où *Arctodiaptomus salinus* dominait très largement, avec une abondance maximale de 86.24% en automne. Cette diversité témoigne également du vieillissement du milieu.

Si l'on considère l'ensemble des espèces, et pas seulement les groupements, le peuplement zooplanctonique se révèle équilibré.

Les peuplements se classent dans l'ordre de diversité  $H'$  décroissante suivant: Keddara, Boukourdane, Lakhal, Taksebt et Ghrib. Pour tous les prélèvements, la diversité  $H'$  est égale à 2.32 bits en moyenne. Trois peuplements ont leur indice  $H'$  supérieur à la moyenne (Tableau 3.20): ce sont ceux des lacs de Keddara, de Boukourdane et de Lakhal. Ce rapprochement serait du probablement soit aux facteurs physico-chimiques, soit aux espèces phytoplanctoniques communes à ces barrages qui servent de nourriture de base à ce zooplancton.

Les valeurs de l'équitabilité sont toujours supérieures à 0.5 et sont proches de l'équirépartition. La structure de dominance paraît se renforcer le long de la séquence des sites suivants: Keddara, Lakhal, Boukourdane, Ghrib et Taksebt. Les valeurs de l'équitabilité ne sont toutefois pas très éloignées l'une de l'autre.

La valeur moyenne est de 0.82. Deux peuplements ont leur équitabilité supérieure à cette valeur moyenne, ce sont les retenues de Keddara et de Lakhal. Le reste des peuplements étudiés ont évidemment la valeur de leur équitabilité inférieure à cette valeur.

Toutes les valeurs calculées tendent vers 1. Elles traduisent un milieu stable présentant une pollution modérée.

Tableau 3.20: Tableau récapitulatif des mesures moyennes des diversités des Copépodes et des Rotifères récoltées dans les sites d'étude (H' = indice de Shannon et Weaver; E = équitabilité).

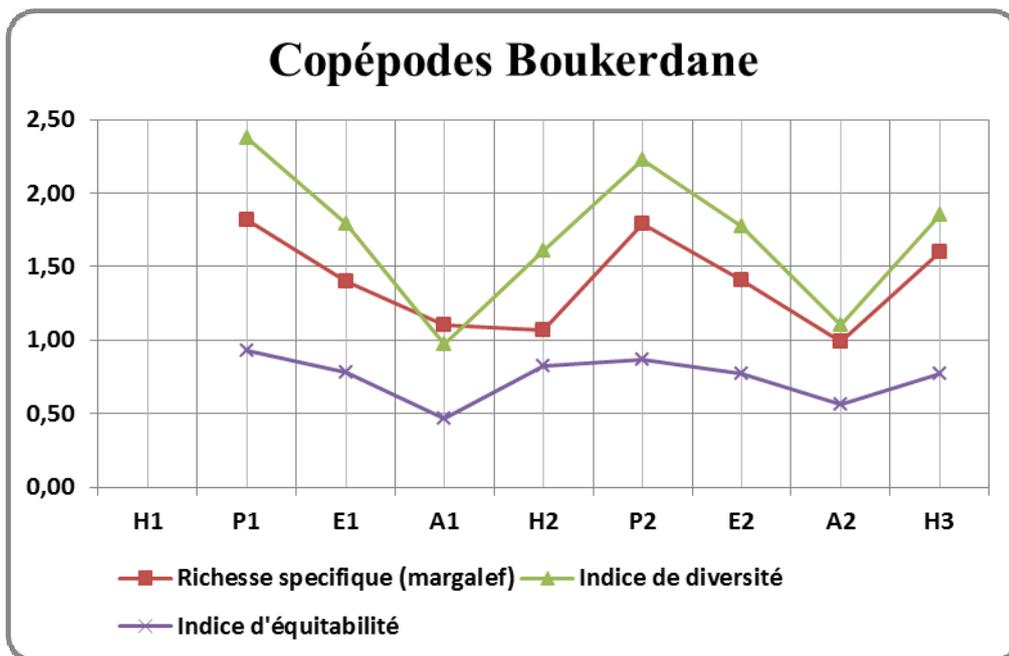
		BO	GR	KE	LA	TA
H'	Copépodes	1.84	0.71	1.58	1.61	1.59
	Rotifères	2.93	3.50	3.61	3.14	2.75
	Moyenne	2.38	2.10	2.59	2.37	2.17
E	Copépodes	0.74	0.6	0.8	0.76	0.69
	Rotifères	0.86	1	0.99	0.99	0.85
	Moyenne	0.8	0.8	0.89	0.87	0.77

### 3.2.7.2 Richesse spécifique selon Margalef :

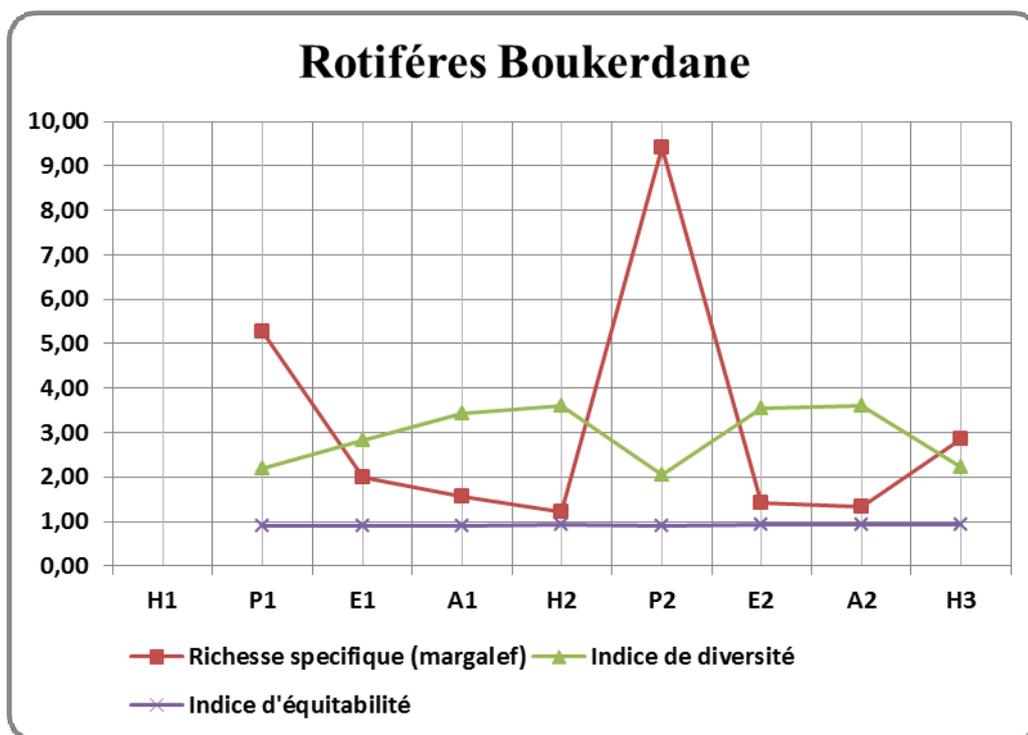
La richesse spécifique selon Margalef a été calculée pour toutes les saisons de l'étude, les résultats obtenus sont représentés dans les figures citées précédemment. Il ressort que globalement pour les lacs de Boukourdane, Keddara, Lakhal et Taksebt, la courbe d'évolution saisonnière fait apparaître deux périodes pour les Copépodes :

- L'une correspondant à la période humide en hiver et en automne où l'on observe une faible richesse spécifique variant de 0.84 bits à 1.59 bits.
- L'autre correspondant à la période chaude, printemps et été où l'on observe une richesse spécifique un peu plus élevée variant de 1.17 à 9.41 bits. La valeur la plus faible correspond au plan d'eau de Keddara en été (E2).

Le lac de Ghib a montré une autre tendance, en effet la valeur la plus élevée a été de 0.58 bits en hiver (H2) et la plus faible 0.21 bits en été (E2). Contrairement aux Rotifères, dans la plupart des réservoirs, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées durant la saison hivernale et printanière alors que les plus basses l'ont été durant l'été et l'automne.

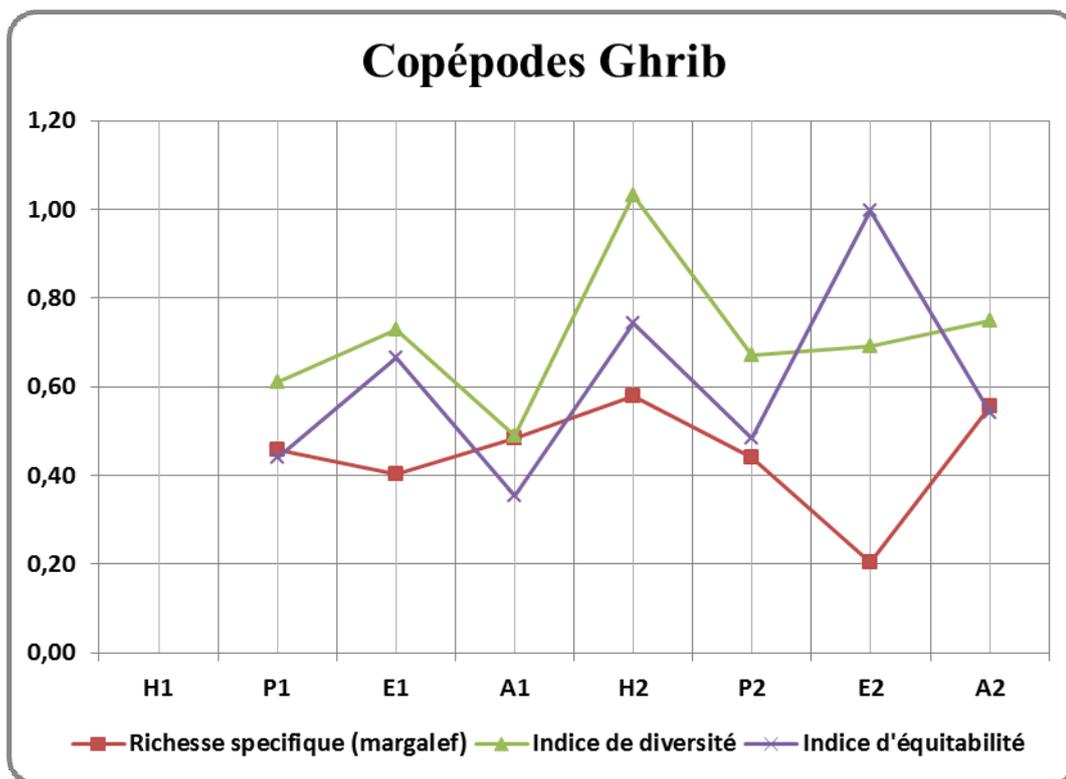


(a)

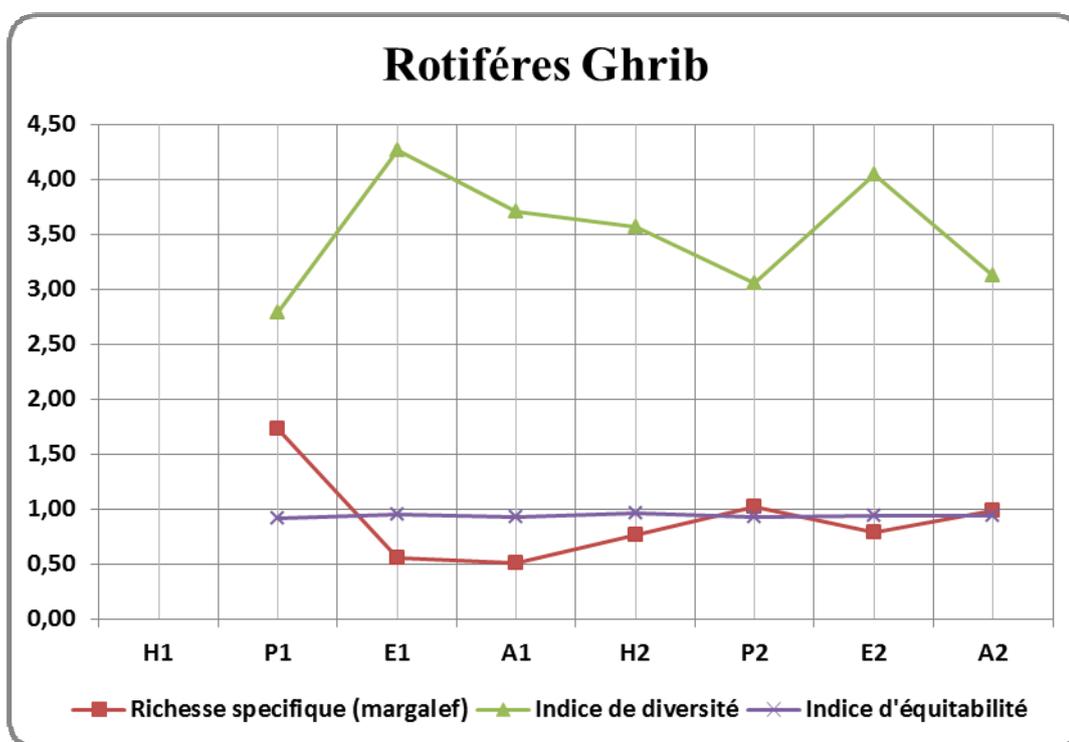


(b)

Figure 3.65: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Boukerdane

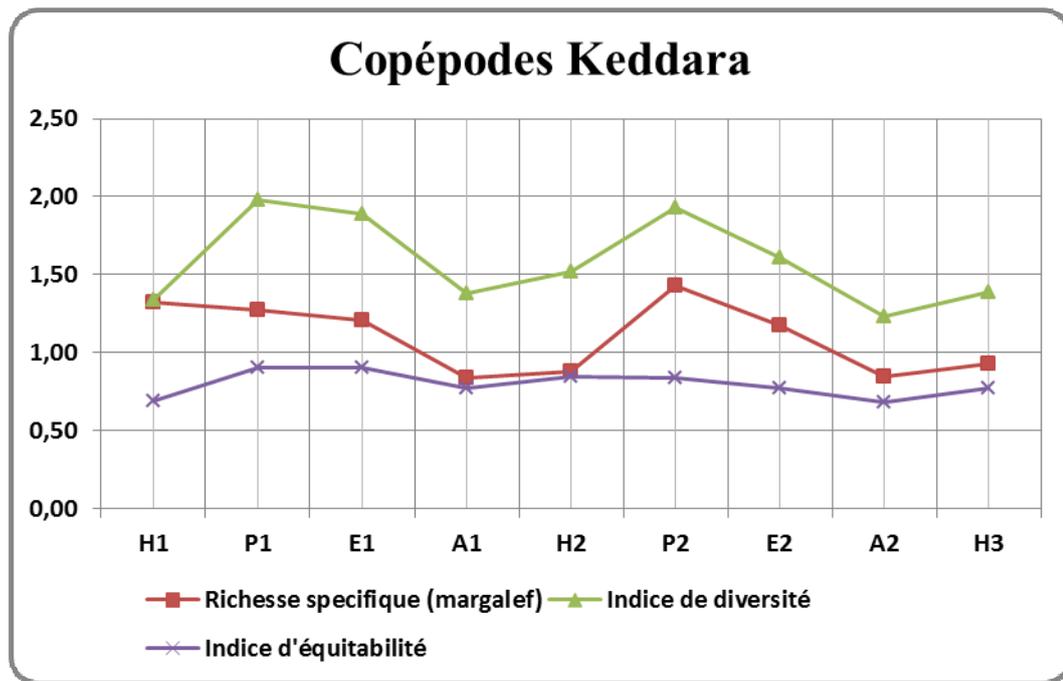


(a)

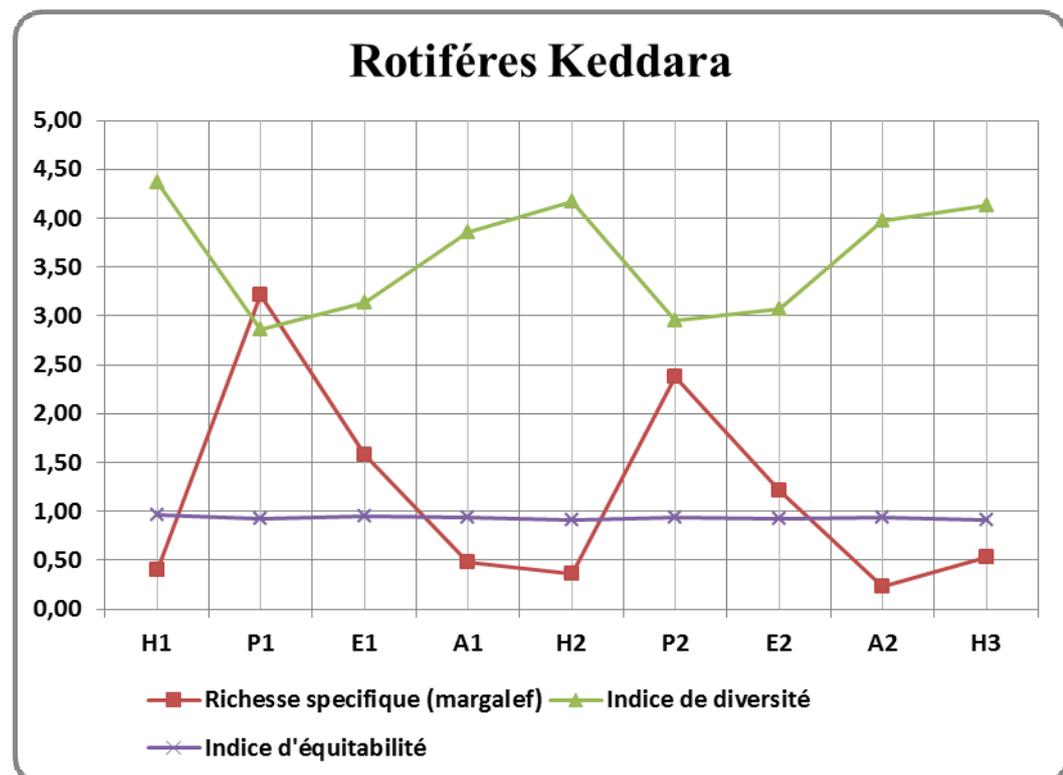


(b)

Figure 3.66: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Ghrib.

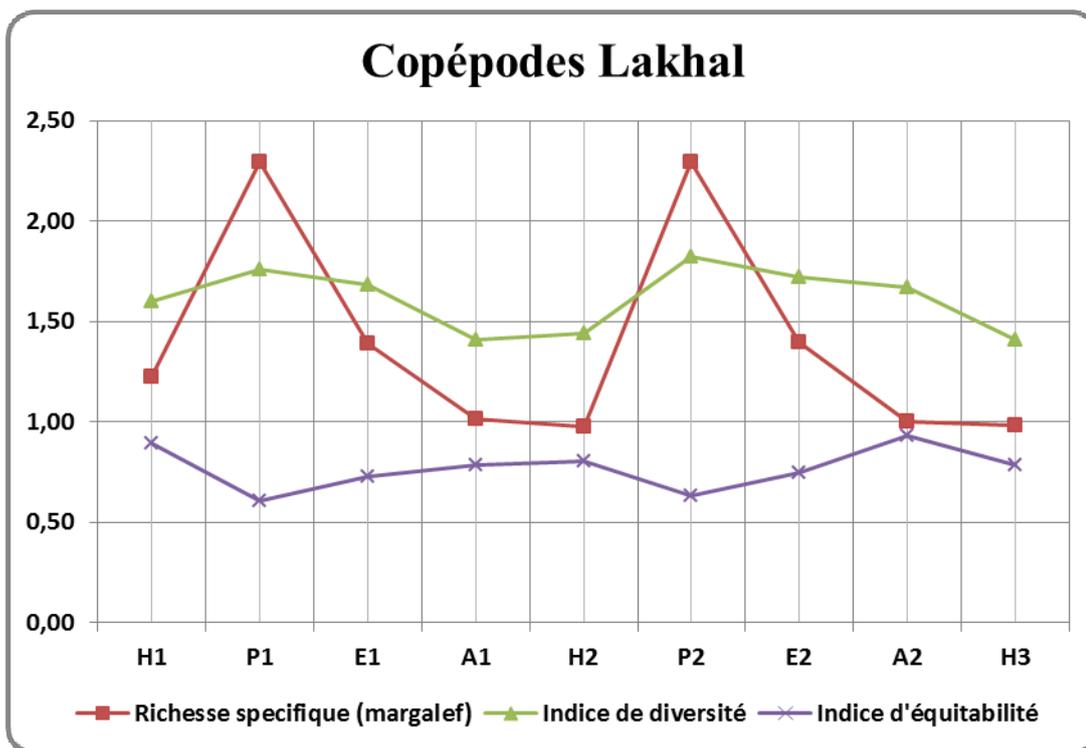


(a)

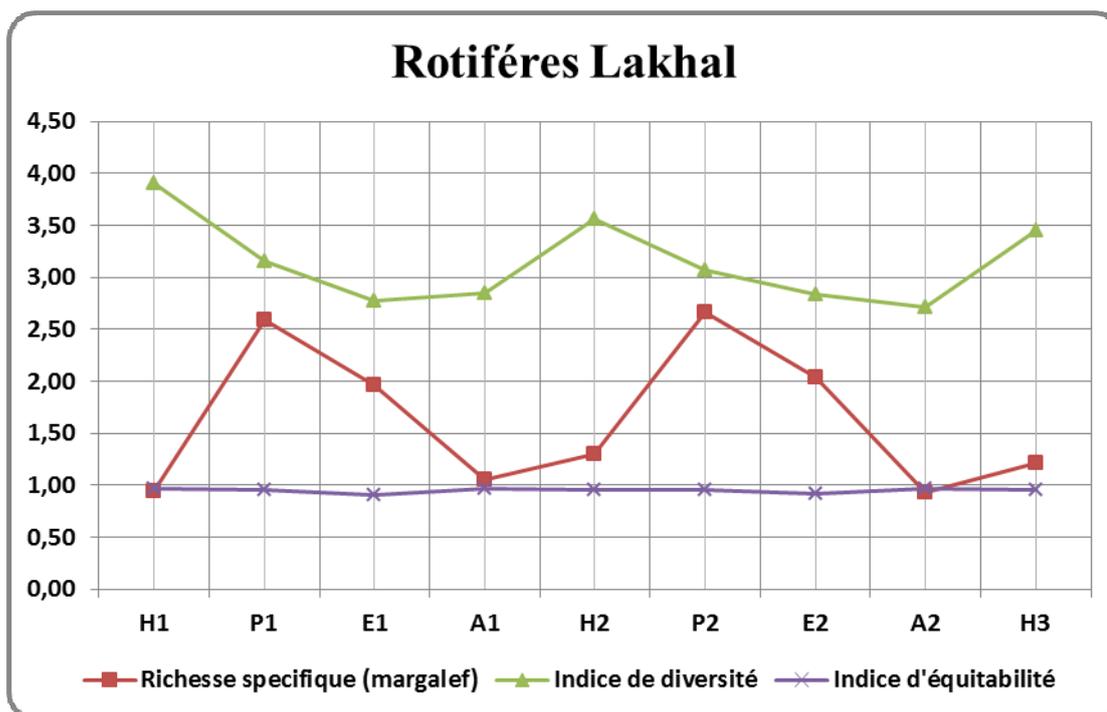


(b)

Figure 3.67: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Keddara.

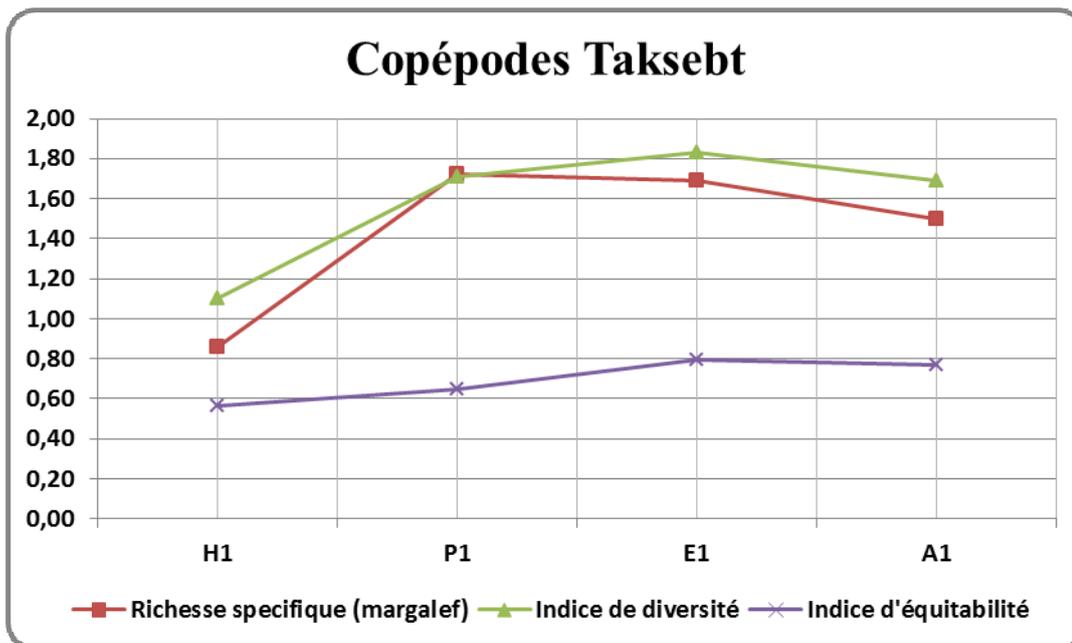


(a)

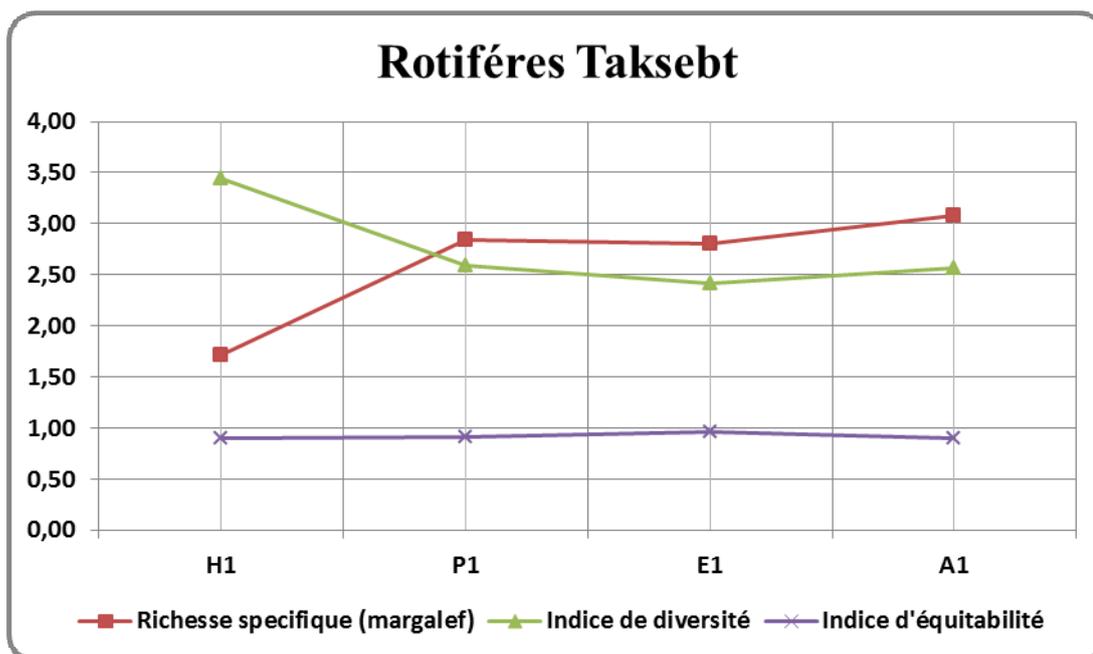


(b)

Figure 3.68: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Lakhal.



(a)



(b)

**Figure 3.69:** Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement copépodien (a) et du peuplement rotarien (b) dans le lac de Taksebt

### 3.2.8 Relations entre la composition taxonomique et l'état trophique :

La majorité des Rotifères et des Crustacés sont tolérants aux changements environnementaux et peuvent constituer des indices fiables de l'état trophique des lacs [590 ; 591]. Certains auteurs ont proposé d'utiliser l'abondance des groupes de zooplancton pour définir l'état trophique du système. Cependant, il semble que ce type d'indices n'est pas efficace dans tous les écosystèmes aquatiques. Parmi ces indices, nous considérons:

#### 3.2.8.1 Indice de Gannon et Stemberger [18] et indice de Blancher [592] :

Ces indices sont utilisés pour les peuplements de Copépodes et les Cladocères (Tableau 3.21).

Tableau 3.21: Indice de Gannon et Stemberger [18] et l'indice de Blancher [592]

Statut trophique Indice	Lac oligotrophe	Lac eutrophe
Blancher (1984)	Calanoïdes et cyclopoïdes	Cladocères
Gannon et Stemberger (1978)	Calanoïdes	Cyclopoïdes et Cladocères

Malheureusement, ces indices n'ont pu être utilisés pour obtenir une évaluation de la qualité de l'eau dans les sites que nous avons étudiés par manque d'analyse de la communauté des cladocères dans notre étude. Néanmoins, nous pouvons conclure d'une façon générale que les Cyclopoïdes et les Cladocères ont caractérisé les lacs de Boukourdane, de Keddara, de Ghrib, de Taksebt et surtout le réservoir de Lakhal.

#### 3.2.8.2 Indice de saprobité de Sladeczek [195] :

Les Rotifères ont été les premiers à être utilisés comme des indicateurs par Kolkwitz et Marsson [593]. Ils sont considérés comme de bons indicateurs

de la qualité des eaux [195]. Ils nous permettent de caractériser le caractère saprobe c'est-à-dire le taux de la matière organique dégradable exprimée par la demande biologique en oxygène au bout de cinq jours (DBO<sub>5</sub>) dans un écosystème lacustre.

Sladeczek [195] a mis l'accent sur les espèces planctoniques et semi-planctoniques en illustrant ainsi les indicateurs des conditions oligosaprobies,  $\beta$  mésasaprobies et  $\alpha$  mésasaprobies des eaux courantes et stagnantes. Selon cet auteur, cinq degrés de pollution des cours d'eau sont différenciés.

Dans le tableau n° 3.22, nous avons pris en considération les espèces de Rotifères récoltées dans tous nos sites d'échantillonnage pour définir les différents indices de saprobité à partir des travaux de Sladeczek [195].

**Tableau 3.22:** Valence de saprobité et indices de saprobité des espèces de Rotifères récoltées. s, degré de saprobie; x, xénosaprobe; o, oligosaprobe; b,  $\beta$  mésasaprobe; a,  $\alpha$  mésosaprobe; p, polysaprobe;  $l_i$ , poids individuel des espèces;  $S_i$ , indice individuel de saprobie.

ROTIFERES	s	x	o	b	a	p	$l_i$	$S_i$
<i>Anuraeopsis fissa</i>	o	-	8	2	-	-	4	1.2
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Asplanchna priodonta</i>	o-b	1	4	4	1	-	1	1.5
<i>Brachionus bidentatus</i>	b	-	-	10	5	-	-	2.0
<i>Brachionus budapestinensis</i>	b	-	-	10	-	-	5	2.0
<i>Brachionus calyciflorus</i>	b-a	-	-	5	5	-	3	2.5
<i>Brachionus quadridentatus</i>	b	-	-	8	2	-	4	2.2
<i>Brachionus sericus</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Brachionus urceolaris</i>	b	-	-	8	2	-	4	2.2
<i>Cephalodella catellina</i>	b-o	-	4	5	1	-	2	1.7
<i>Cephalodella gibba</i>	b	+	3	4	3	-	2	2.0
<i>Cephalodella intuta intuta</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Cephalodella nana</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Cephalodella ventripes</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Collotheca ambigua</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Collotheca pelagica</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Colurella adriatica</i>	b-o	1	3	4	2	-	1	1.8
<i>Colurella colurus</i>	o	1	5	2	2	-	1	1.3
<i>Colurella dicentra</i>	b-a	-	-	5	5	-	3	2.5
<i>Colurella obtusa</i>	o-b	1	4	4	1	-	1	1.5
<i>Colurella uncinata</i>	o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Conochilus hippocrepis</i>	o	2	5	3	-	-	2	1.1
<i>Dicranophorus caudatus</i>	b	-	-	7	3	-	4	2.3
<i>Enteroplea lacustris</i>	o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Epiphanes clavulata</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Euchlanis deflexa</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Euchlanis dilatata dilatata</i>	o-b	-	3	5	2	-	2	1.9
<i>Euchlanis dilatata lucksiana</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0

<i>Euchlanis incisa incisa</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Euchlanis meneta</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Euchlanis triquetra</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Filinia longiseta</i>	b-a	-	1	5	4	-	2	2.3
<i>Gastropus stylifer</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Hexarthra fennica</i>	b	-	3	7	-	-	4	1.7
<i>Hexarthra intermedia</i>	o	-	8	2	-	-	4	1.2
<i>Hexarthra mira</i>	b	-	2	8	-	-	4	1.8
<i>Kellicottia longispina</i>	o	1	6	3	-	-	3	1.2
<i>Keratella cochlearis</i>	b-o	1	3	5	1	-	1	1.7
<i>Keratella cochlearis hispida</i>	o	2	5	3	-	-	2	1.1
<i>Keratella hiemalis</i>	o	2	5	3	-	-	2	1.1
<i>Wierzejskiella sabulosa</i>	o	-	8	1	-	-	4	1.0
<i>Keratella irregularis</i>	o	2	5	3	-	-	2	1.1
<i>Keratella paludosa</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Keratella quadrata</i>	o-b	2	3	5	+	-	2	1.5
<i>Keratella testudo</i>	o	2	5	3	-	-	2	1.1
<i>Keratella ticinensis</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Keratella tropica</i>	b	-	2	8	-	-	4	1.8
<i>Keratella valga</i>	o-b	-	6	4	-	-	3	1.4
<i>Lecane bulla bulla</i>	o-b	+	3	5	2	-	2	1.5
<i>Lecane closterocerca</i>	b	+	2	5	3	-	2	2.1
<i>Lecane hamata</i>	o	+	6	3	1	-	3	1.4
<i>Lecane luna</i>	o-b	1	4	4	4	-	1	1.5
<i>Lecane lunaris</i>	o-b	+	3	4	3	-	3	2.6
<i>Lecane quadridentata</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Lecane subtilis</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Lepadella acuminata</i>	o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Lepadella adjuncta</i>	b	-	-	10	-	-	5	2.0
<i>Lepadella ovalis</i>	o	-	6	3	-	-	3	1.2
<i>Lepadella patella</i>	o-b	+	6	4	-	-	3	1.4
<i>Lepadella quadricarinata</i>	b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Lophocharis oxysternon</i>	o	-	8	2	-	-	4	2.6
<i>Lophocharis salpina</i>	b	-	7	3	-	-	4	1.5
<i>Microcodides chlaena</i>	o	-	8	2	-	-	4	1.0
<i>Mytilina bisulcata</i>	b-o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Mytilina mucronata</i>	b	-	3	6	1	-	3	1.8
<i>Mytilina ventralis</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Notholca squamula</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Polyarthra remata</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Polyarthra vulgaris</i>	b	-	2	5	3	-	2	2.1
<i>Pompholyx complanata</i>	o-b	-	5	5	-	-	3	1.5
<i>Pompholyx sulcata</i>	b	-	2	8	-	-	4	1.8
<i>Ptygura mucicola</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Scaridium longicaudum</i>	o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Synchaeta oblonga</i>	b	-	3	6	1	-	3	1.8
<i>Testudinella caeca</i>	b-a	-	-	6	4	-	3	2.4
<i>Testudinella emarginula</i>	o-b	-	6	4	-	-	3	1.4
<i>Testudinella incisa</i>	o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Testudinella patina</i>	b	-	2	7	1	-	3	1.9
<i>Testudinella truncata</i>	o	-	8	2	-	-	4	1.2
<i>Trichocerca collaris</i>	o-b	-	6	4	-	-	3	1.4
<i>Trichocerca cylindrica</i>	o	-	8	2	-	-	4	1.2
<i>Trichocerca elongata</i>	o	-	10	-	-	-	5	1.0
<i>Trichocerca ruttneri</i>	o	-	8	2	-	-	4	1.2
<i>Trichocerca stylata</i>	o	-	7	3	-	-	4	1.3
<i>Trichocerca tigris</i>	o	-	8	2	-	-	4	1.2
<i>Trichotria similis</i>	o	-	9	1	-	-	5	1.1
<i>Trichotria tetractis</i>	b-o	-	4	6	-	-	3	1.6

En tenant compte du nombre total des espèces de Rotifères identifiées, nous avons trouvé que 70.45% des espèces sont des indicateurs des conditions oligotrophes et oligosaprobies (o, o-b), 29.54% des espèces sont des indicateurs des milieux eutrophes caractérisés par les statuts soit  $\alpha$  mésaprobies (a, b-a) soit  $\beta$  mésaprobies (b, b-o). Les espèces caractérisées par un indice o-b (27.27%) peuvent être considérées à la limite comme des espèces indicatrices des milieux oligotrophes.

### 3.2.8.3 Quotient $Q_{B/T}$ :

Le genre *Brachionus* est un bon indicateur des milieux eutrophes (exception pour l'espèce *B. sericus* et *B. plicatus*) et que le genre *Trichocerca* est presque purement un genre indicateur des milieux oligotrophes, Sladecsek [195] a établi un rapport entre *Brachionus*, *Trichocerca* appelé quotient  $Q_{B/T}$  pour différencier trois situations trophiques:

$$Q_{B/T} = \frac{\text{Nombre des espèces de } \textit{Brachionus}}{\text{Nombre des espèces de } \textit{Trichocerca}}$$

- $Q_{B/T} < 1$  caractérise des eaux oligotrophes;
- $1 < Q_{B/T} < 2$  est caractéristique d'une situation mésotrophe;
- $Q_{B/T} > 2$  est caractéristique d'une situation eutrophe.

En calculant ce quotient pour les plans d'eau échantillonnés (BO, LE et KE) où ces espèces ont été récoltées, nous avons trouvé une valeur moyenne de 0.33. Ce qui indique que dans l'ensemble ces plans d'eau sont oligotrophes. Ce résultat contredit les paramètres physico-chimiques plus particulièrement ceux obtenus par la chlorophylle a (Tableau 4.6).

### 3.2.9 Analyse statistique :

Pour chacun des réservoirs, une analyse canonique des correspondances détendancée (DCCA) et une analyse de redondance (RDA)

ont été effectuées pour étudier la répartition des échantillons zooplanctoniques. Une approche globale a été prise initialement pour déterminer la contribution de la physico-chimie (15 variables) et des saisons (hiver, printemps, été et automne) pour les modèles de la structure de la communauté du zooplancton des lacs. Pour cette analyse, toutes les variables de l'environnement (physico-chimie, saison) ont été incluses dans le modèle.

Les espèces dont les fréquences sont très basses ont été éliminées à partir des données avant l'analyse.

Une analyse des correspondances préliminaires détendancées (DCCA) a été exécutée à l'aide du programme Canoco 4.0 ([594] pour déterminer le modèle approprié pour ces données. Le gradient résultant de courte longueur (<3SD) indique qu'un modèle linéaire est approprié [595]. Les données ont ensuite été coordonnées par une analyse de redondance (RDA) en utilisant le même programme Canoco 4.0.

#### 3.2.9.1 Copépodes :

##### ➤ Retenue de Boukourdane :

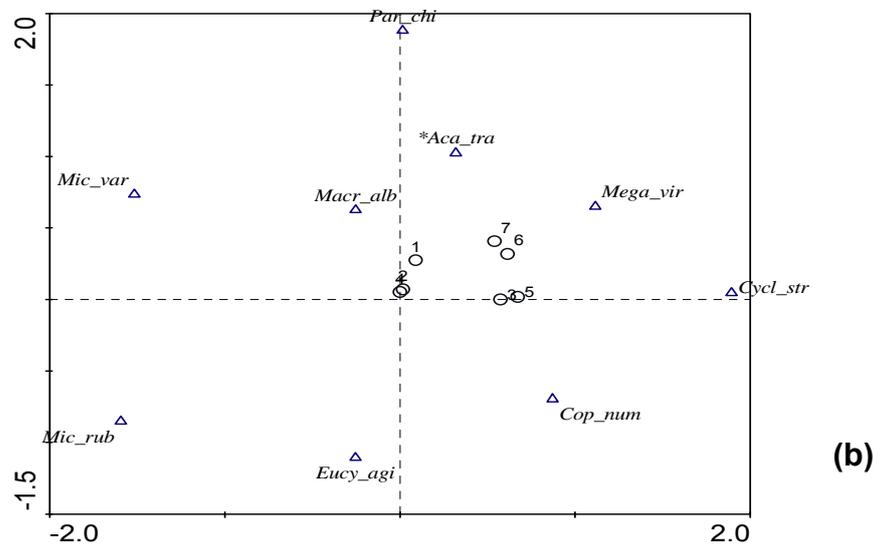
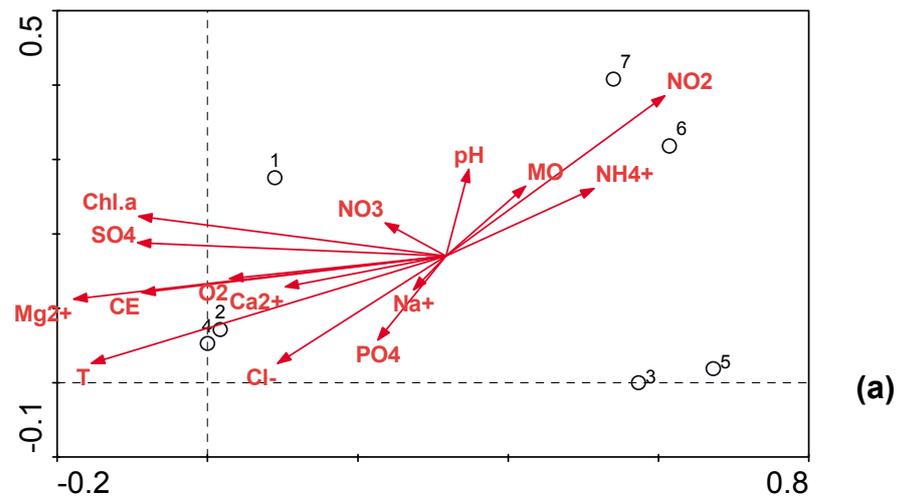
L'axe 1 représente 59.3% et avec l'axe 2 77.6% de la variance totale (Tableau 3.23, Figure 3.70).

L'analyse de la DCCA a montré que les saisons estivales et automnales ont été regroupées autour de l'axe 1. Les saisons estivale et printanière ont été caractérisées par une température et une conductivité électrique importante et des teneurs en magnésium, nitrites, sulfates et en chlorophylle a élevées. *Macrocyclops albidus*, *Microcyclops varicans*, *Eucyclops agiloides*, *Acanthocyclops trajani* et *Paracyclops chiltoni* ont caractérisé le peuplement durant cette période. La communauté zooplanctonique de l'automne était caractérisée par la présence de *Cyclops strenuus* alors que celle de l'hiver *Megacyclops* et *Cyclops strenuus*.

En fonction des saisons, ces peuplements étaient influencés par la température, la conductivité électrique, les ions magnésium et les sulfates, par la chlorophylle a, l'oxygène dissous et les nitrites.

**Tableau 3.23 :** Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Boukourdane.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.107	0.011	0.001	0.000	0.142
Lengths of gradient	: 0.673	0.408	0.412	0.358	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 75.7	83.3	83.9	84.0	
of species-environment relation:	59.3	77.6			



**Figure 3.70:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Eté2) - 5(Aut2) - 6(Hiv2) - 7(Hiv3)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

Les valeurs propres des axes de l'analyse de la RDA 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ont été de 0,468 et de 0,444 respectivement (Tableau 3.24) et le pourcentage de la variation cumulative des deux premiers axes était de 0.912, et par conséquent, le pourcentage de variation expliquée est relativement élevé 91.2%. Le premier axe dans l'ordination peut être expliqué principalement par les nutriments, le second par la physico-chimie (Figure 3.71).

**Tableau 3.24:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Boukourdane.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.468	0.444	0.050	0.028	1.000
Cumulative percentage variance					
of species data	: 46.8	91.2	96.2	98.9	

Parmi les variables environnementales, les deux plus proche du premier axe ont été les nitrates, le pH, les nitrites et la chlorophylle a, au deuxième axe, la température, les ions magnésium et les chlorures, l'oxygène dissous et la conductivité électrique.

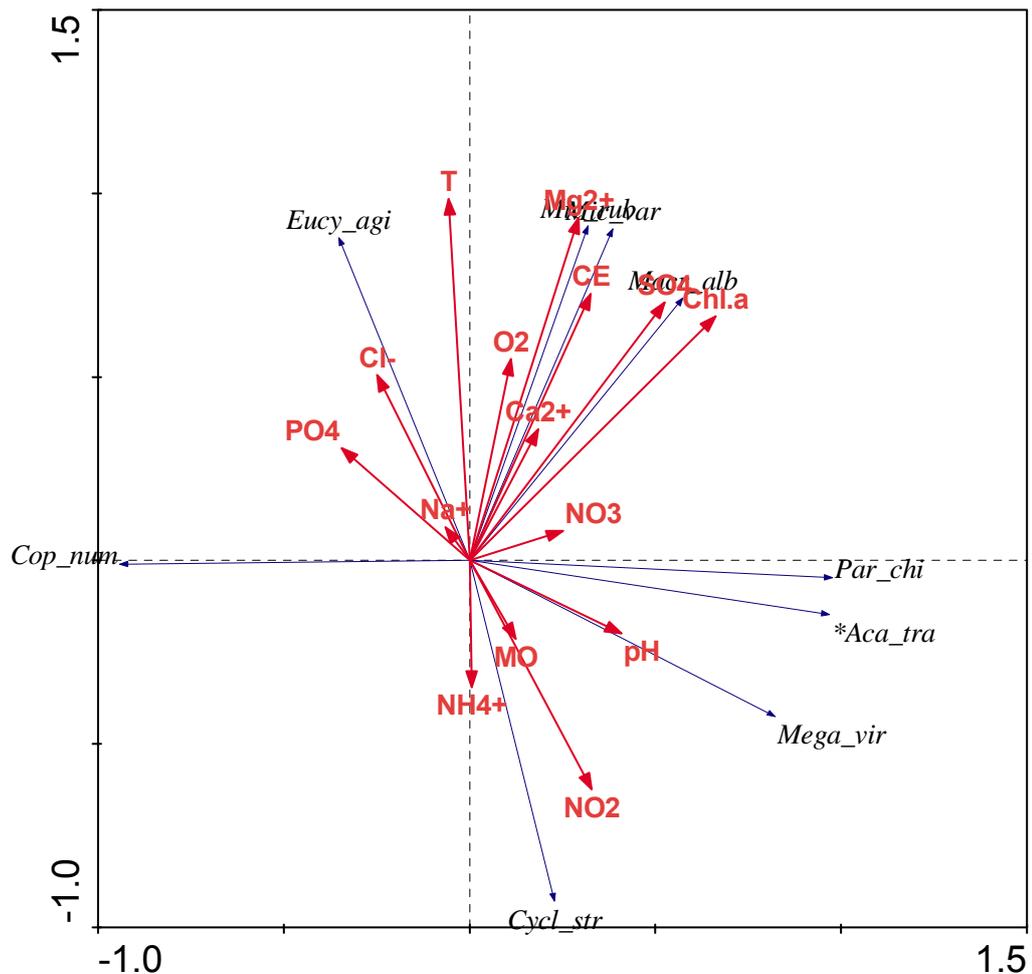
Cette ordination a permis de dégager deux groupes. Le groupe I constitué d'espèces comme *Paracyclops chiltoni*, *Acanthocyclops trajani*, *Megacyclops viridis* et *Cyclops strenuus*; le groupe II constitué de *Macrocyclus albidus*, *Eucyclops agiloides*, *Microcyclops varicans* et *M. rubellus*.

➤ Retenue de Ghrib :

Les résultats de la DCCA sont affichés dans le tableau n° 3.25 et représentés par la figure 3.72.

**Tableau 3.25:** Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Ghrib.

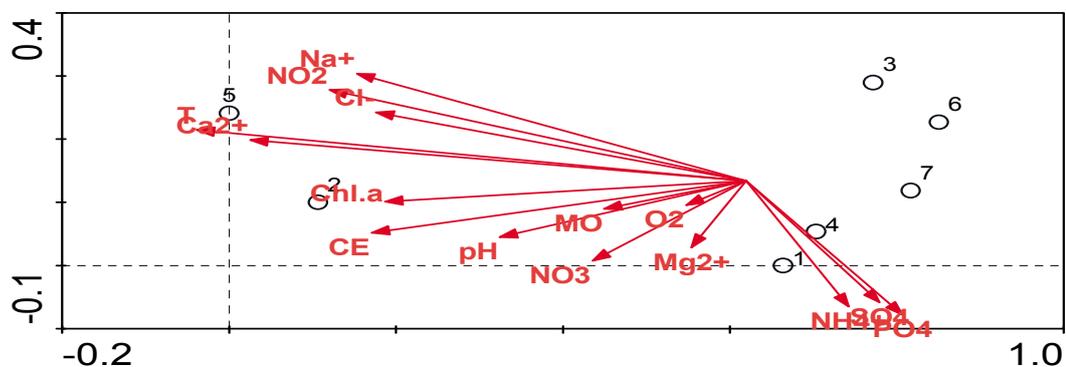
Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.107	0.005	0.000	0.000	0.126
Lengths of gradient	: 0.850	0.290	0.264	0.448	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 84.5	88.4	88.6	88.6	
of species-environment relation:	81.8	92.1			



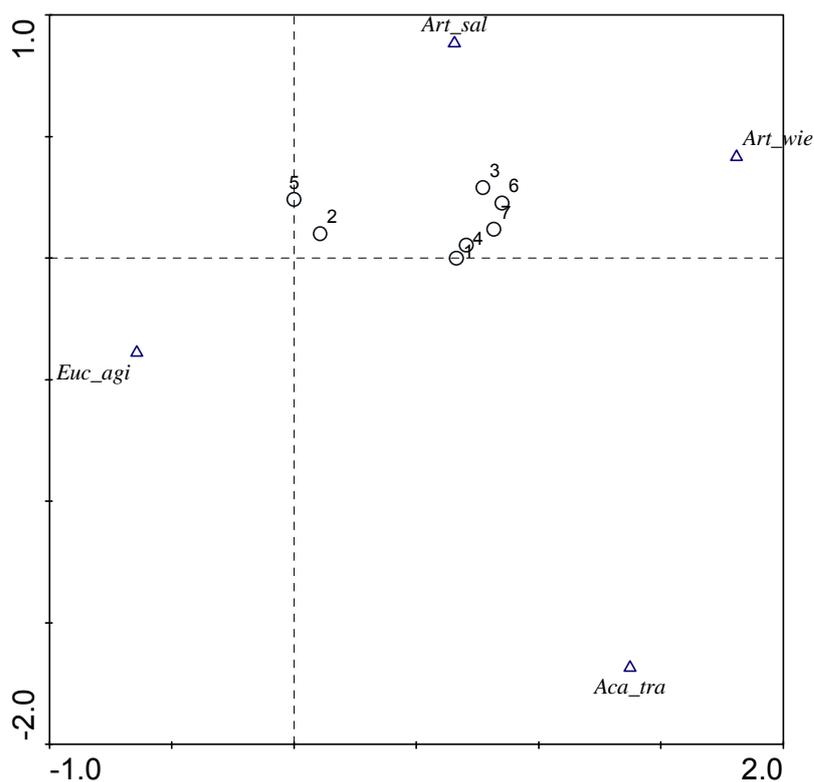
**Figure 3.71:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Boukourdane.

Les résultats de l'analyse de la DCCA des facteurs environnementaux/saisons a permis de regrouper d'une part les saisons printemps/ automne et hiver et d'autre part l'été. Les variables influençant ces saisons sont la température, la conductivité électrique, les ions chlorures, calcium et sodium, les nitrites et la chlorophylle a.

L'analyse du biplot entre Copépodes et saisons a permis de mettre en évidence la relation de deux Calanoida du genre *Arctodiaptomus* et d'un Cyclopidae *Acanthocyclops trajani*. *Eucyclops agiloides* était corrélé de façon négative à l'axe 1.



(a)



(b)

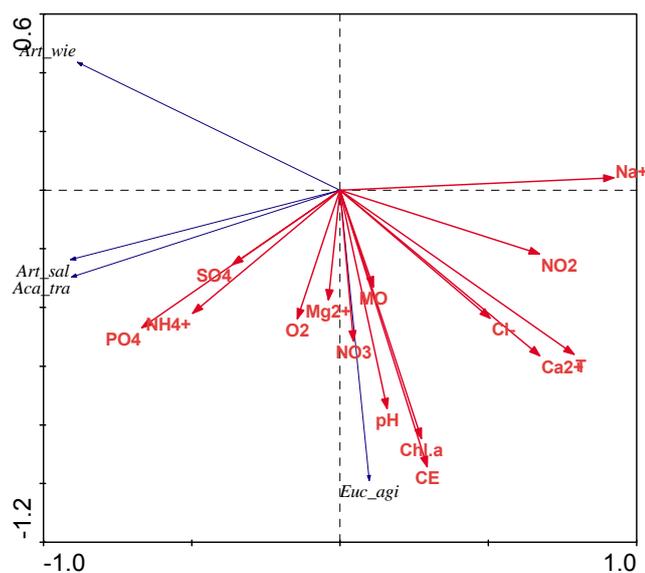
Figure 3.72: Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2) - 7(Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

Les valeurs propres des axes de l'analyse de la RDA 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ont été de 0,610 et de 0,328 respectivement (Tableau 3.26) et le pourcentage de la variation cumulative des deux premiers axes était de 0.938, et par conséquent, le pourcentage de variation expliquée est relativement élevé 93.8%. Le premier axe dans l'ordination peut être expliqué principalement par les ions sodium, la température et les ions calcium; le second par conductivité électrique, le pH et la chlorophylle a (Figure 3.73). L'oxygène dissous, les teneurs des orthophosphates et l'azote ammoniacal ont été corrélés négativement à l'axe 1.

**Tableau 3.26:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Ghrib.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.610	0.328	0.051	0.011	1.000
Cumulative percentage variance					
of sp.ecies data	61.0	93.8	98.9	100.0	

*Acanthocyclops trajani* et les deux calanoides *Arctodiaptomus* ont été corrélés positivement aux orthophosphates et à l'azote ammoniacal et négativement aux ions de sodium, alors que *Eucyclops agiloides* a été corrélé aux teneurs de la chlorophylle a, à la conductivité électrique et au pH.



**Figure 3.73:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Ghrib.

➤ Retenue de Keddara :

Les données de l'analyse canonique des correspondances détendancée sont résumées dans le tableau n° 3.27.

Tableau 3.27: Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Keddara.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.062	0.000	0.000	0.000	0.077
Lengths of gradient :	0.706	0.278	0.278	0.278	
Sp.ecies-environment correlations :					
Cumulative percentage variance					
of species data :	80.6	81.1	81.2	81.3	
of species-environment relation:	73.3	77.4			

Le diagramme de l'ordination basé sur la DCCA entre les variables environnementales/saisons a montré globalement que les saisons ont été influencées par la plupart de ces variables à l'exception de la saison hivernale qui était influencée par la teneur en nitrates (Figure 3.74).

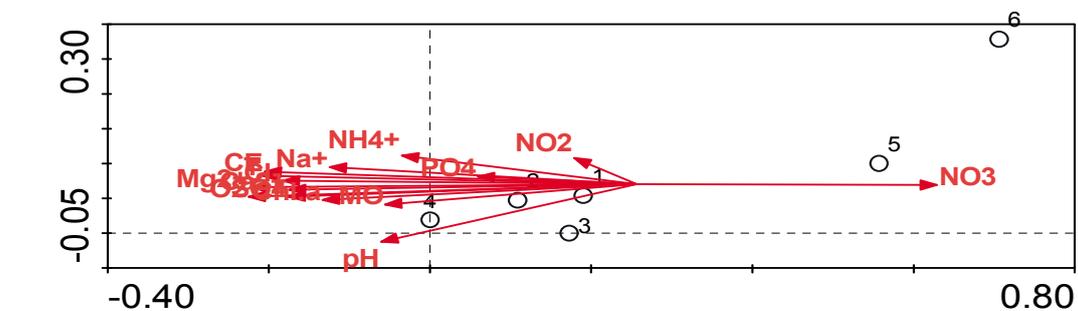
Dans l'ordination de la DCCA, le biplot espèces/saisons a montré 73.3% selon l'axe F1 et 77.4% avec l'axe F2. Les saisons estivale et printanière étaient caractérisées par la présence de trois espèces, il s'agit de *Metacyclops minutus*, *Paracyclops chiltoni* et *Macrocyclops albidus*. Alors que *Copidodiaptomus numidicus*, *Cyclops strenuus* et *Acanthocyclops trajani* ont été de préférence des espèces hivernales influencées surtout par les nitrates.

La RDA a montré des valeurs plus élevées surtout avec l'axe F2 (88.9%) (Tableau 3.28). Ce qui laisse supposer que l'axe F2 est un axe de physico-chimie. Alors que l'axe 1 est un axe de nutriments (nitrates). Les valeurs propres des axes de l'analyse de la RDA 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ont été de 0,520 et de 0,369 respectivement et le pourcentage de la variation cumulative des deux premiers axes était de 0.889, et par conséquent, le pourcentage de variation expliquée est relativement élevé 88.9%.

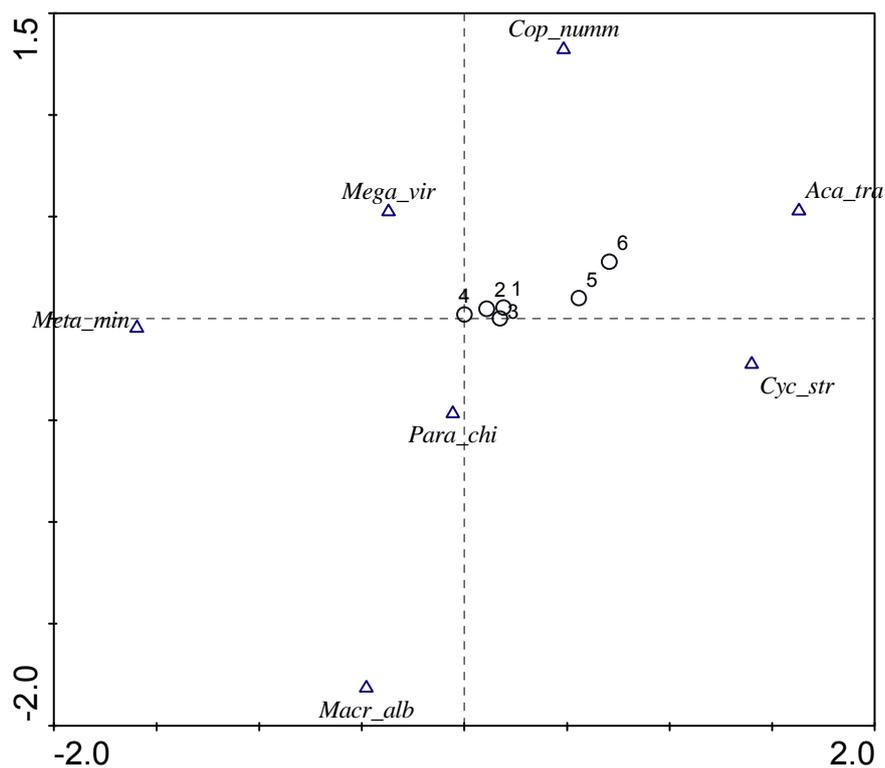
**Tableau 3.28:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Keddara.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.520	0.369	0.081	0.026	1.000
Cumulative percentage variance					
of species data	: 52.0	88.9	97.0	99.6	

*Cyclops strenuus* et *Acanthocyclops trajani* ont été corrélés aux nitrates, *Paracyclops chiltoni* et *Megacyclops viridis* aux teneurs de la chlorophylle a at aux ions calcium, *Metacyclops minutus* aux ions sulfates et calcium, *Macrocyclus albidus* aux variations du pH, l'oxygène dissous et aux ions magnésium. Le seul calanoïde présent dans ce lac a été influencé par la température et la conductivité électrique (Figure 3.75).



(a)



(b)

**Figure 3.74:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Print2) - 4(Eté2) - 5(Hiv2) – 6(Hiv3)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

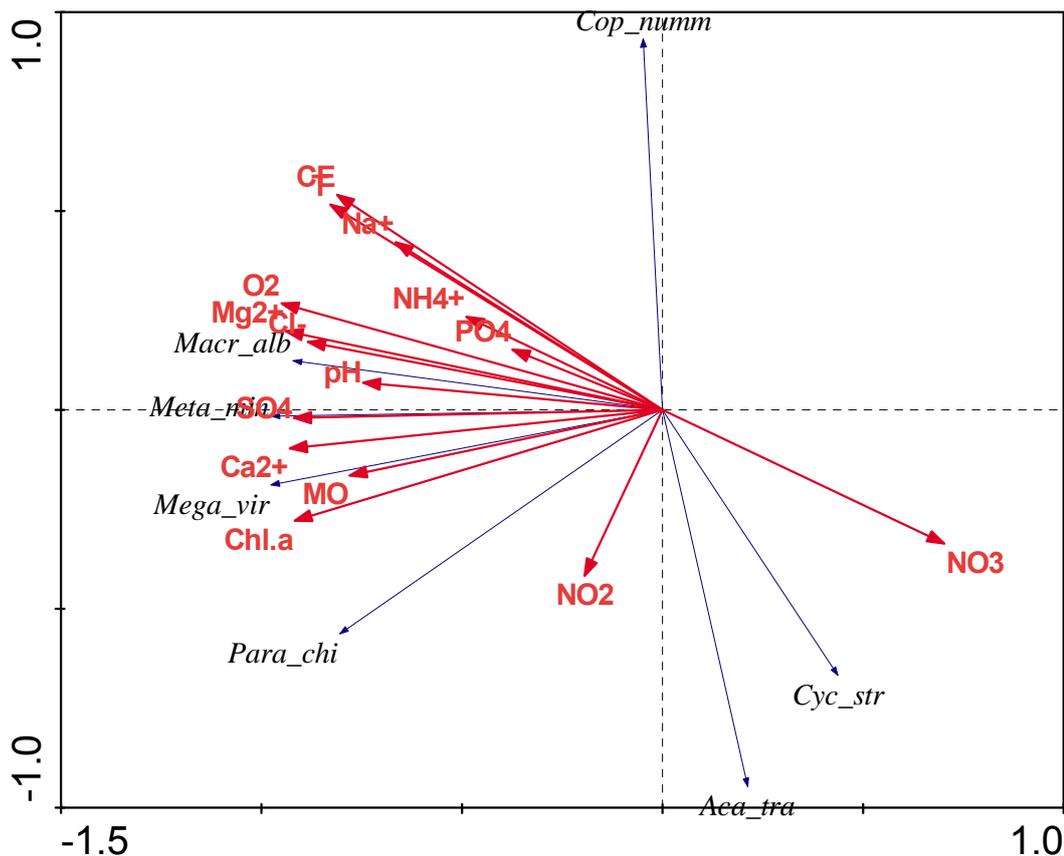


Figure 3.75: Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Keddara.

➤ Retenue de Taksebt :

L'axe 1 représente 51.3% et avec l'axe 90.9% de la variance totale (Tableau 3.29, Figure 3.76).

Tableau 3.29: Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Taksebt.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.184	0.142	0.033	0.000	0.358
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 51.3	90.9	100.0	0.0	
of species-environment relation:	51.3	90.9	100.0	0.0	

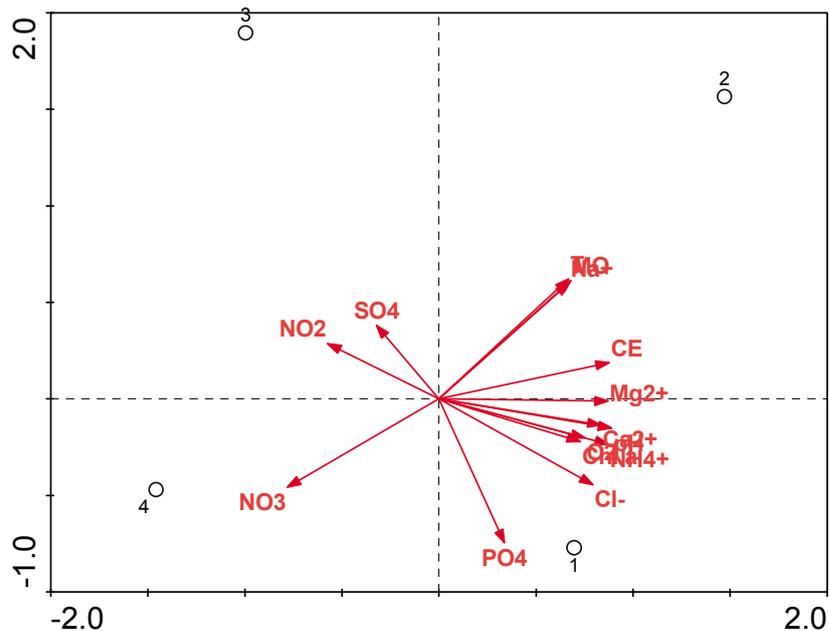
L'analyse de la DCCA a montré que la saison hivernale est corrélée négativement à l'axe F1 alors que les autres saisons ont été regroupées positivement autour de l'axe 1. Les saisons ont été caractérisées par une température et une conductivité électrique élevée et des teneurs en orthophosphates, en sulfates et en chlorophylle a élevées. *Microcyclops varicans*, *M. rubellus*, *Paracyclops chiltoni*, *Eucyclops agiloides*, *Acanthocyclops trajani* et *Copidodiaptomus numidicus* ont caractérisé le peuplement durant cette période. La communauté zooplanctonique de l'hiver était caractérisée par la présence de *Diaptomus cyaneus cyaneus*.

En fonction des saisons, ces peuplements étaient influencés par la température, la conductivité électrique, les ions magnésium et les sulfates, par la chlorophylle a, l'oxygène dissous et les nitrites.

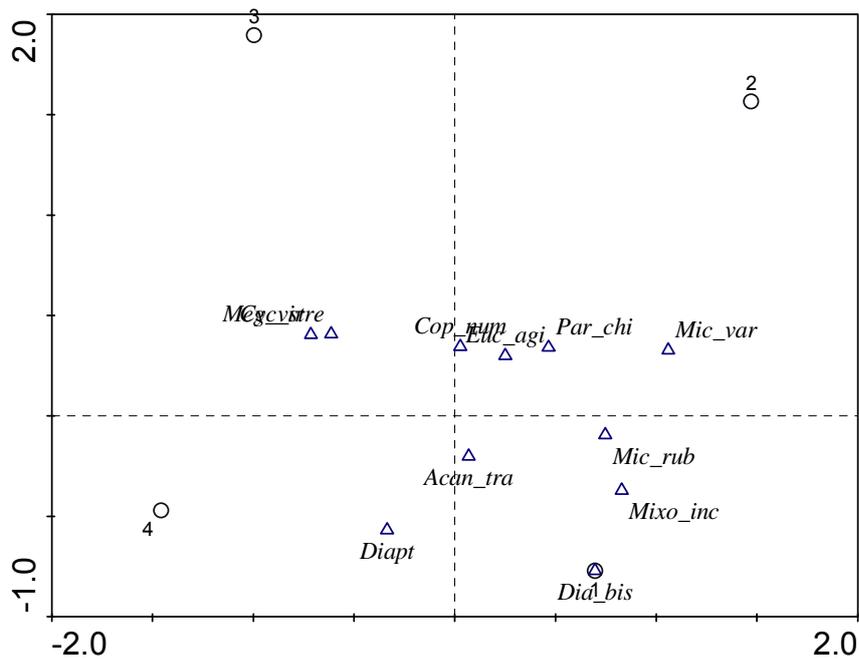
La RDA a montré des valeurs plus élevées surtout avec l'axe F2 (94.0%) (Tableau 3.30). Le pourcentage de la variation cumulative des deux premiers axes était de 0.94 et par conséquent, le pourcentage de variation expliquée est relativement élevé 94%. Les espèces comme *Cyclops strenuus strenuus* et *Megacyclops viridis* ont été corrélés positivement aux nitrites et négativement à l'axe F1 et aux autres variables. *Acanthocyclops trajani* et *Copidodiaptomus numidicus* ont été corrélées aux orthophosphates, les autres espèces comme *Paracyclops chiltoni*, *Microcyclops varicans*, etc....à la teneur en chlorophylle a, en oxygène dissous, pH, les ions magnésium et la conductivité électrique (Figure 3.77).

**Tableau 3.30:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Taksebt.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.705	0.235	0.060	0.000	1.000
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 70.5	94.0	100.0	0.0	
of species-environment relation:	70.5	94.0	100.0	0.0	



(a)



(b)

**Figure 3.76:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Automne1)- 4 (Hiv1)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

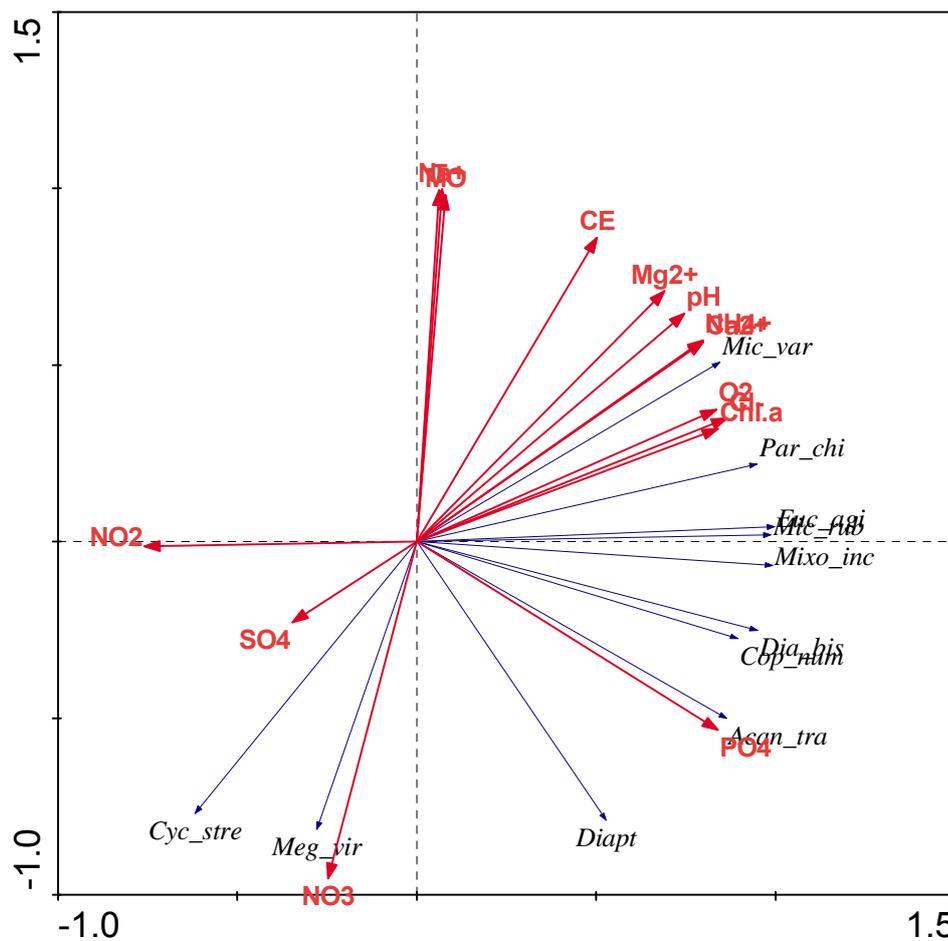


Figure 3.77: Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Taksebt.

➤ Retenue de Lakhal

Les résultats de l'analyse canonique des correspondances détendancée sont résumés dans le tableau n° 3.31.

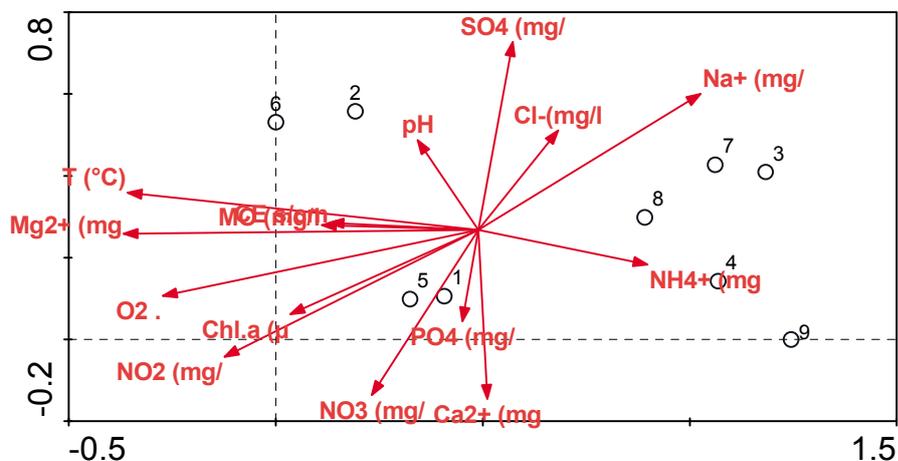
Tableau 3.31: Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Lakhal.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.150	0.012	0.001	0.000	0.239
Lengths of gradient	: 1.245	0.558	0.417	0.382	
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 62.8	67.6	68.2	68.3	
of species-environment relation:	62.3	78.2	0.0	0.0	

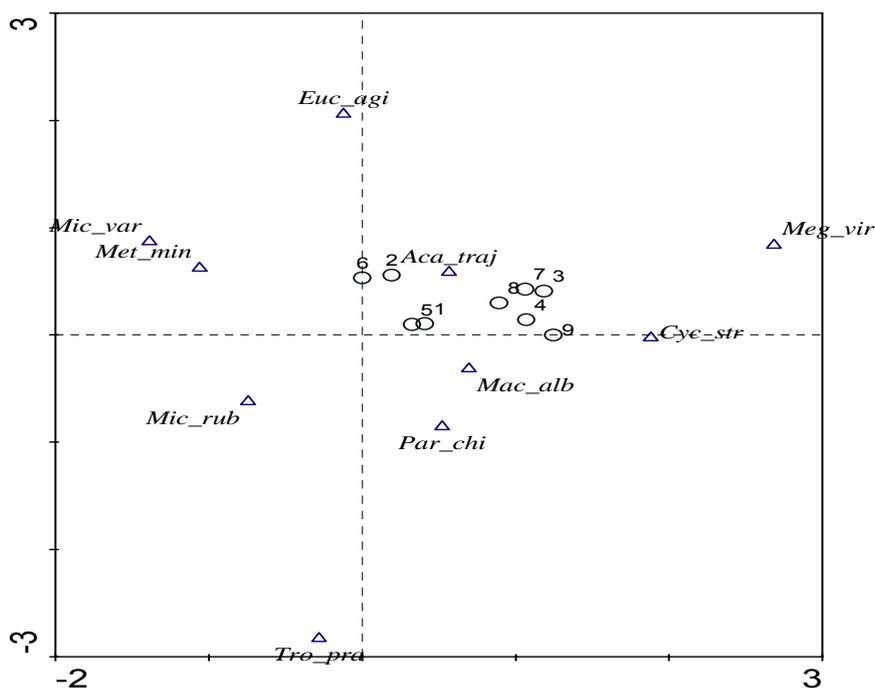
Dans cette analyse, les axes 1 et 2 identifiés par la DCCA ont expliqué 62.3% et 78.2% de la corrélation entre les variables et les espèces. Les biplots en relation avec les gradients environnementaux potentiellement influencés par les saisons a montré que toutes les saisons avaient une corrélation positive avec l'axe 1. Toutes les saisons ont été regroupées dans la partie positive de cet axe. La température, oxygène dissous, les ions magnésium, les nitrates et nitrites, les sulfates et les ions de sodium avaient une corrélation positive avec l'axe 1 et ont influencé les saisons. En été et au printemps, l'axe 1 a été positivement corrélé avec la température.

Au printemps et en été, plusieurs espèces de copépodes, comme *Acanthocyclops trajani*, *Microcyclops varicans* et *Metacyclops minutus* étaient corrélés avec la température, la teneur en oxygène dissous, nitrites et les ions magnésium. En automne et en hiver, l'axe 1 a été positivement corrélé avec le sodium, les sulfates et l'azote ammoniacal. La forte influence des nutriments a été vue sur le biplot des espèces qui ont montré *Macrocyclops albidus*, *Paracyclops chiltoni*. *Microcyclops rubellus* et *Tropocyclops prasinus* était négativement corrélé à l'ensemble des saisons (Figure 3.78).

La RDA a montré que toutes les espèces ont été corrélées positivement à la plupart des variables environnementales comme la température, les ions magnésium, oxygène dissous, les nitrates et la chlorophylle a. *Eucyclops agiloides*, *Microcyclops varicans* ont été corrélées avec la température et les ions magnésium alors que la chlorophylle a a été corrélée aux espèces suivantes : *Paracyclops chiltoni* et *Acanthocyclops trajani* les nitrates ont été corrélés négativement par rapport aux espèces récoltés dans ce lac (Figure 3.79). Les axes 1 et 2 identifiés par la RDA ont expliqué 65.5% et 95.7% de la corrélation entre les variables et les espèces (Tableau 3.32).



(a)

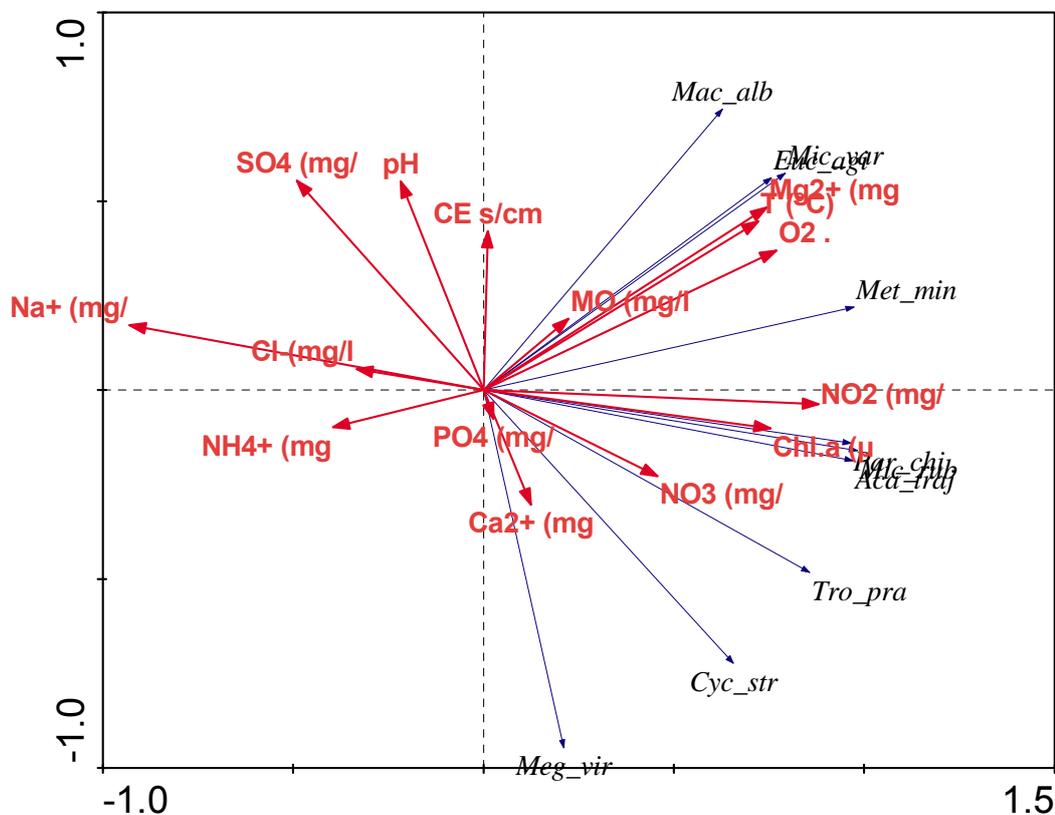


(b)

**Figure 3.78:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Automne1)- 4(Hiv1)- 5(Prin2)- 6(Eté2)- 7(Automne 2)- 8(Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

**Tableau 3.32:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique du lac de Lakhal.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.659	0.298	0.019	0.010	1.000
Species-environment correlations	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	65.9	95.7	97.6	98.6	
of species-environment relation:	65.9	95.7	97.6	98.6	



**Figure 3.79:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton dans le lac de Lakhal.

### 3.2.9.2 Rotifères :

#### ➤ Retenue de Boukourdane :

L'ordination définie par les deux premiers axes de la DCCA (Tableau 3.33) a représenté 48.1% des espèces-environnements. L'ordination montre que la température, les ions magnésium, la matière organique, le pH, la conductivité électrique et l'azote ammoniacal sont les variables physico-chimiques les plus importantes qui affectent la répartition des saisons et des taxons de Rotifères (Figure 3.80). Cette ordination, suivant l'axe 1, permet de dégager trois groupes:

Le groupe I est constitué des espèces *Euchlanis dilatata*, *Keratella quadrata quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Brachionus quadridentatus* etc....Ce groupe d'espèces corrélé positivement à l'axe I, est associé au printemps. Ces taxons sont affectés par la température, la salinité, la conductivité, le pH, les ions magnésium et la matière organique.

Le second groupe, formé de *Notholca squamula*, *Polyarthra vulgaris* et *Hexarthra fennica* colonise le milieu pendant l'été.

Le troisième groupe, représenté par *Asplanchna priodonta*, *Testudinella patina*, *Filinia longiseta* et *Keratella cochlearis* a été associé aux deux saisons automne et hiver.

Tableau 3.33: Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Boukourdane.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.478	0.270	0.089	0.038	1.556
Lengths of gradient :	2.336	2.892	1.883	1.781	
Species-environment correlations :	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	30.7	48.1	53.8	56.3	
of species-environment relation:	33.8	53.2	0.0	0.0	

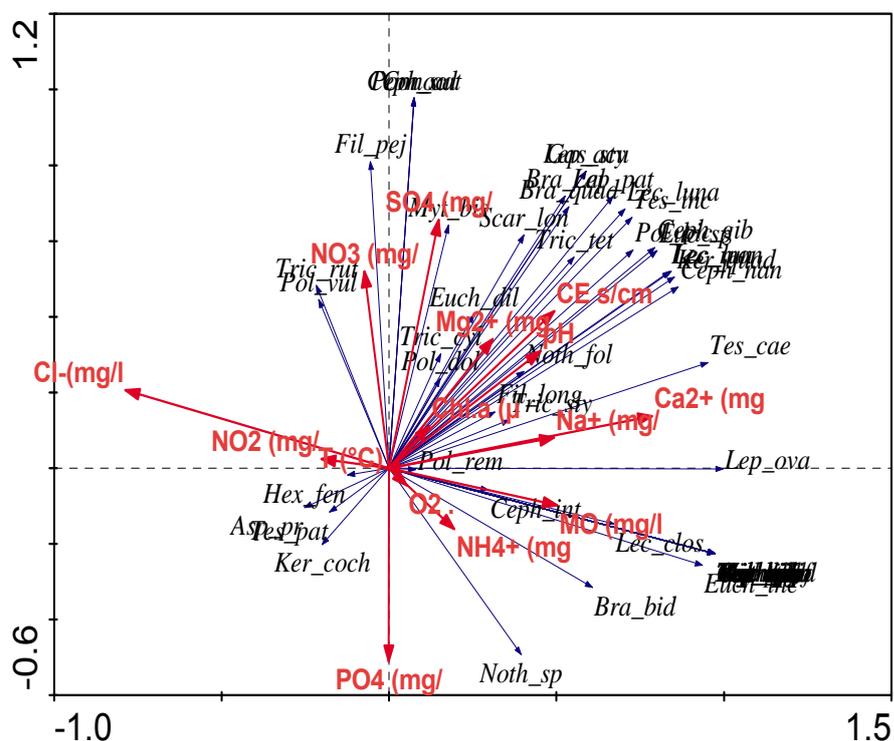


L'analyse de la RDA a représenté la distribution des espèces par rapport aux variables environnementales (Tableau 3.34).

**Tableau 3.34:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Boukourdane.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.581	0.185	0.106	0.072	1.000
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 58.1	76.6	87.2	94.4	
of species-environment relation:	8.1	76.6	87.2	94.4	

Les biplots espèces-environnement ont permis de prédire les réponses de chacune des espèces Rotifères aux principaux gradients des variables environnementales (Figure 3.81).



**Figure 3.81:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Boukourdane.

Dans l'ordination des facteurs physiques et chimiques, les deux premiers axes ont expliqué 76.6% de la variabilité. Dans le diagramme, le groupe des flèches situées dans la partie supérieure droite représente un groupe de facteurs importants (les ions calcium, le pH, la conductivité électrique et les sulfates), la plupart des espèces ont été corrélées à ces facteurs. Dans la partie inférieure droite de l'axe 1, le biplot montre que *Cephalodella intuta*, *Notholca sp.*, *Brachionus bidentatus* sont positivement corrélées avec la matière organique. Les espèces *Hexarthra fennica*, *Testudinella patina*, *Asplanchna priodonta* et *Keratella cochlearis* ont été corrélées négativement à la plupart des paramètres environnementaux.

➤ Retenue de Ghrib:

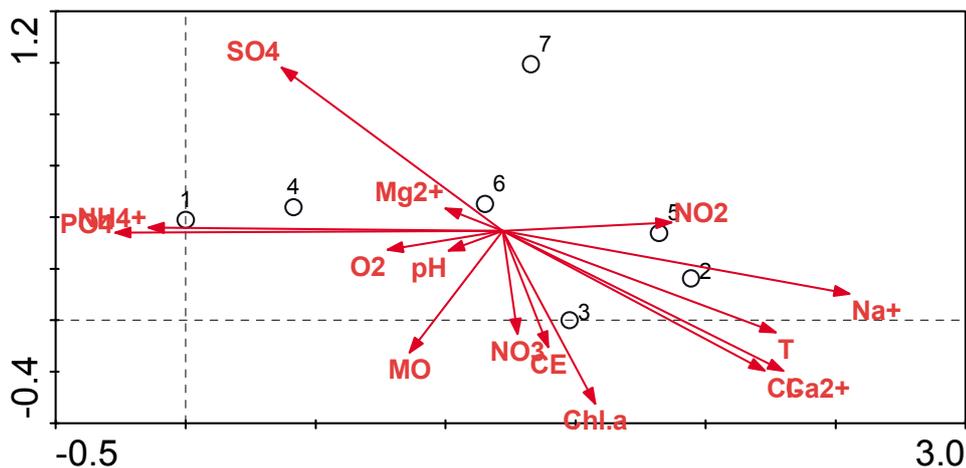
La figure n° 3.82 montre les ordinations des variables décrivant les saisons et des variables reliées aux espèces. Les deux premiers axes expliquent 59.9% de la variabilité espèces-environnement (Tableau 3.35).

Tableau 3.35: Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Ghrib.

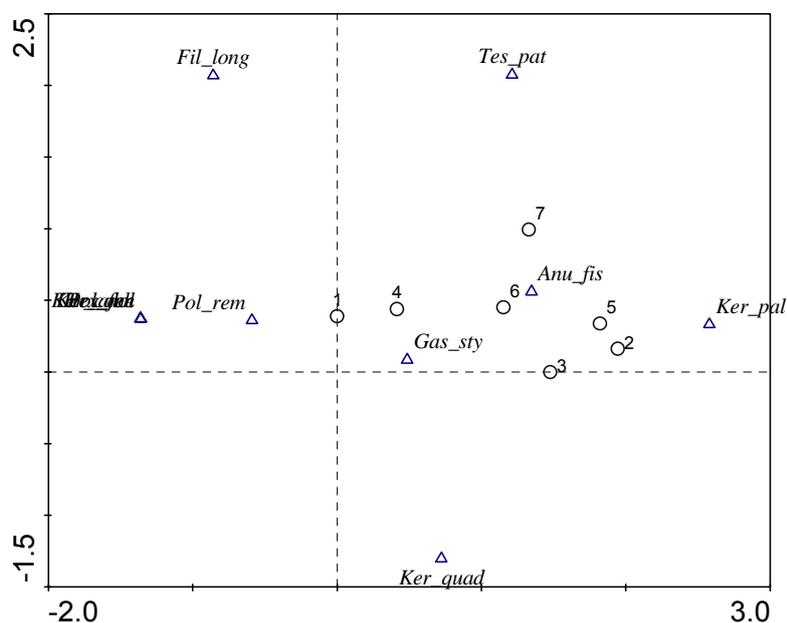
Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.413	0.025	0.002	0.000	0.782
Lengths of gradient	: 1.944	0.995	0.929	1.165	
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 52.8	55.9	56.1	56.2	
of species-environment relation:	51.3	59.9	0.0	0.0	

Toutes les saisons sont positionnées dans la partie supérieure droite de l'axe 1. Cette répartition a été influencée par un éventail de paramètres physico-chimiques comme : La température, les ions orthophosphates, l'azote ammoniacal, les sulfates, les ions calcium et sodium et les chlorures. Le premier biplot est représenté par les échantillonnages des deux saisons estivales et des deux saisons automne (les cercles 2 et 5 et les cercles 3 et 6), le deuxième biplot regroupe la saison printanière (les cercles 1 et 4) et semble plus influencé par les teneurs en orthophosphates et en azote ammoniacal. Les

espèces comme *Keratella paludosa* et *Anuraeopsis fissa* se comportent dans cette étude comme des espèces thermophiles. Les positions de



(a)



(b)

Figure 3.82: Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2)- 7 (Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

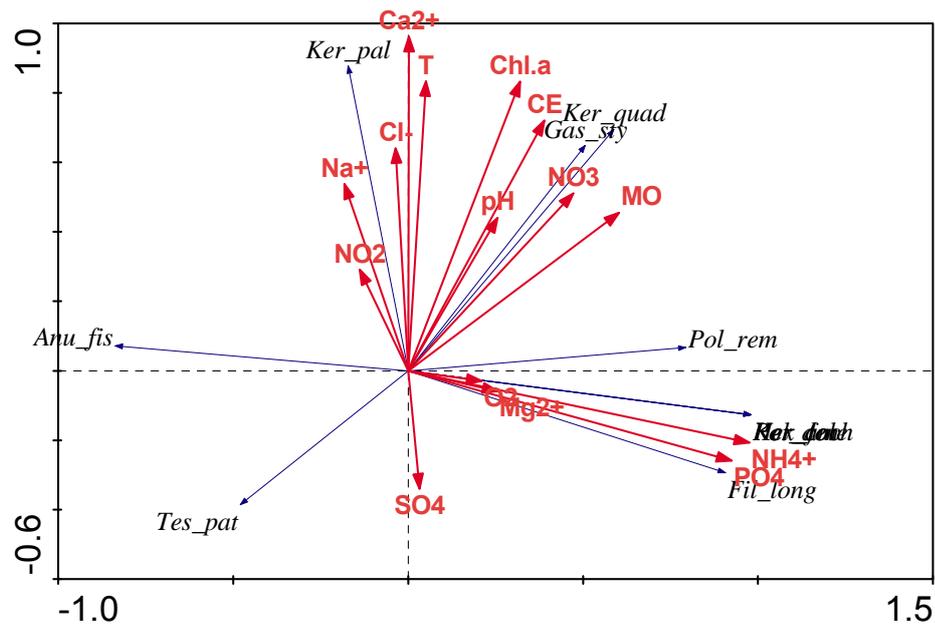
*Polyarthra remata*, *Hexarthra fennica* et *Keratella quadrata quadrata* dans l'ordination montre leur préférence aux teneurs des orthophosphates et à l'azote ammoniacal et sont liées à la saison printanière.

L'analyse de la RDA (Tableau 3.36) montre que les deux premiers axes expliquent 80.4% de la variabilité.

**Tableau 3.36:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Ghrib.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.624	0.180	0.098	0.059	1.000
Species-environment correlations :	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	62.4	80.4	90.2	96.0	
of species-environment relation:	62.4	80.4	90.2	96.0	

Les espèces *Filinia longiseta*, *Hexarthra fennica* ont été associées aux orthophosphates, *Keratella quadrata quadrata* et *Gastropus stylifer* à la conductivité électrique et la teneur en chlorophylle a. L'espèce *Keratella paludosa* a été associée aux ions calcium et à la température. *Testudinella patina* semble montrer une relation négative avec la plupart des variables environnementales (Figure 3.83).



**Figure 3.83:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Ghrib.

➤ Retenue de Keddara:

L'analyse de la DCCA a montré que toutes les saisons ont été regroupées dans la partie supérieure droite de l'axe 1 (Figure 3.84). Ces saisons ont été influencées par une température et une conductivité électrique importante et des teneurs en oxygène dissous, en ions sodium, en nitrites, orthophosphates et azote ammoniacal élevées. *Asplanchna priodonta*, *Keratella tropica*, *K. cochlearis*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. remata*, *Gastropus stylifer* etc... ont caractérisé le peuplement durant le printemps et l'été. La communauté zooplanctonique de l'automne et de l'hiver était caractérisée par la présence de *Keratella quadrata quadrata*. L'espèce *Notholca squamula* est positionnée négativement par rapport à l'axe 1 et par rapport à l'ensemble des variables environnementales.

Les deux premiers axes expliquent 61.5% de la variance des données des Rotifères, dont 49% est représenté par l'axe 1 (Tableau 3.37).

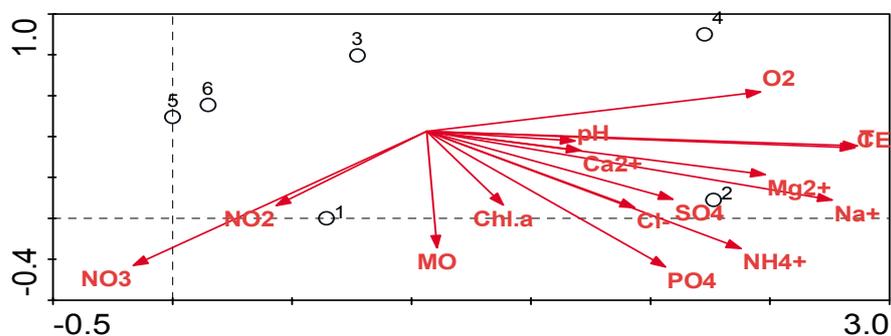
**Tableau 3.37:** Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Keddara.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.462	0.091	0.023	0.000	0.902
Lengths of gradient	: 2.264	0.899	0.858	0.856	
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 51.2	61.3	63.8	63.8	
of species-environment relation:	49.0	61.5	0.0	0.0	

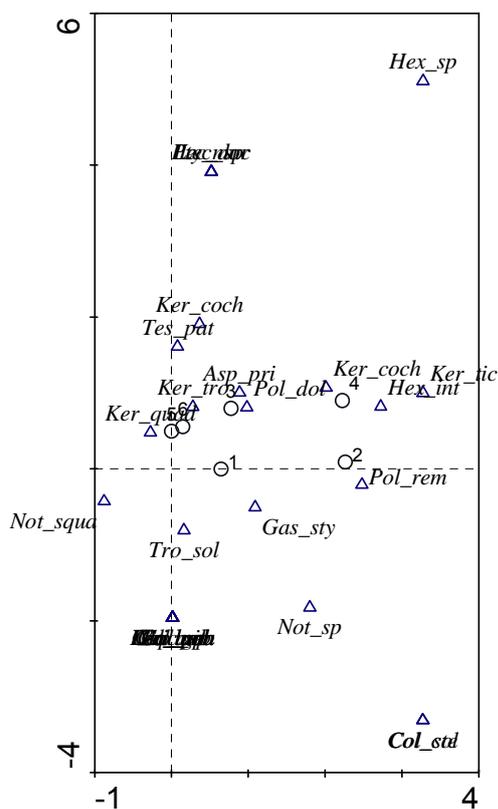
Nous avons effectué une analyse complémentaire de la RDA sur la corrélation des facteurs abiotiques avec plusieurs espèces. Cette analyse a permis de montrer des valeurs plus élevées surtout avec l'axe F2 (73.2%) et l'axe F3 (90.3%) (Tableau 3.38). Ce qui laisse supposer que l'axe F2 est un axe de physico-chimie. Alors que l'axe 1 est un axe de nutriments (nitrates, nitrites et matière organique). La plupart des espèces n'ont pas été influencées par la température, la conductivité électrique et les ions de sodium à l'exception des espèces *Keratella ticencis*, *Polyarthra remata* et le genre *Hexarthra* (Figure 3.85).

**Tableau 3.38:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Keddara.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.494	0.237	0.171	0.078	1.000
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 49.4	73.2	90.3	98.1	
of species-environment relation:	49.4	73.2	90.3	98.1	

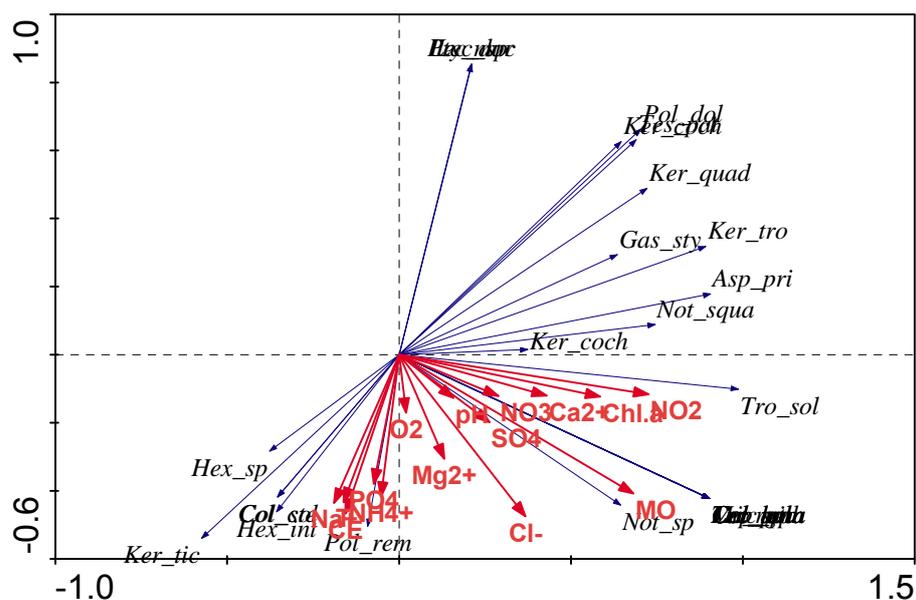


(a)



(b)

**Figure 3.84:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Prin2) - 4(Eté2) - 5(Aut2)- 6 (Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.



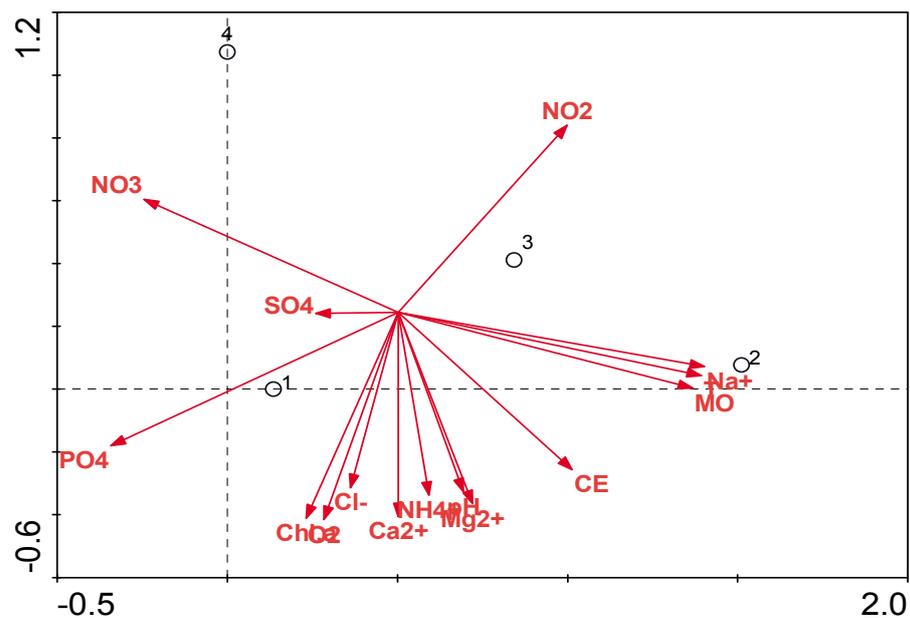
**Figure 3.85:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Keddara.

➤ **Retenue de Taksebt:**

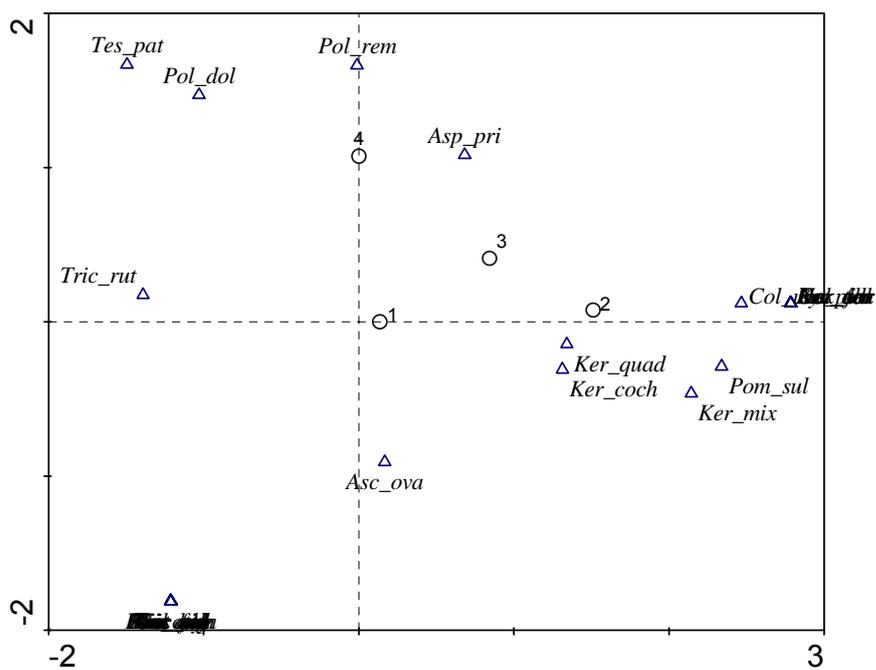
Les résultats de la DCCA pour les variables limnologiques et espèces/saisons sont représentés graphiquement dans la figure n° 3.86. Les axes 1 et 2, ensemble, représentaient 78.4% des variations saisons/espèces (Tableau 3.39). Les saisons ont été regroupées autour de l'axe 1 et ont été influencées par un nombre important de facteurs abiotiques citons comme exemple : la température, la conductivité électrique, nitrates et nitrites, pH, chlorophylle a etc.....

**Tableau 3.39:** Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Taksebt.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.344	0.041	0.001	0.000	0.540
Lengths of gradient	1.511	1.074	1.074	1.074	
Species-environment correlations	1.000	1.000	1.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	63.7	71.3	71.5	71.5	
of species-environment relation:	55.9	78.4	0.0	0.0	



(a)



(b)

**Figure 3.86:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Aut1)- 4(Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

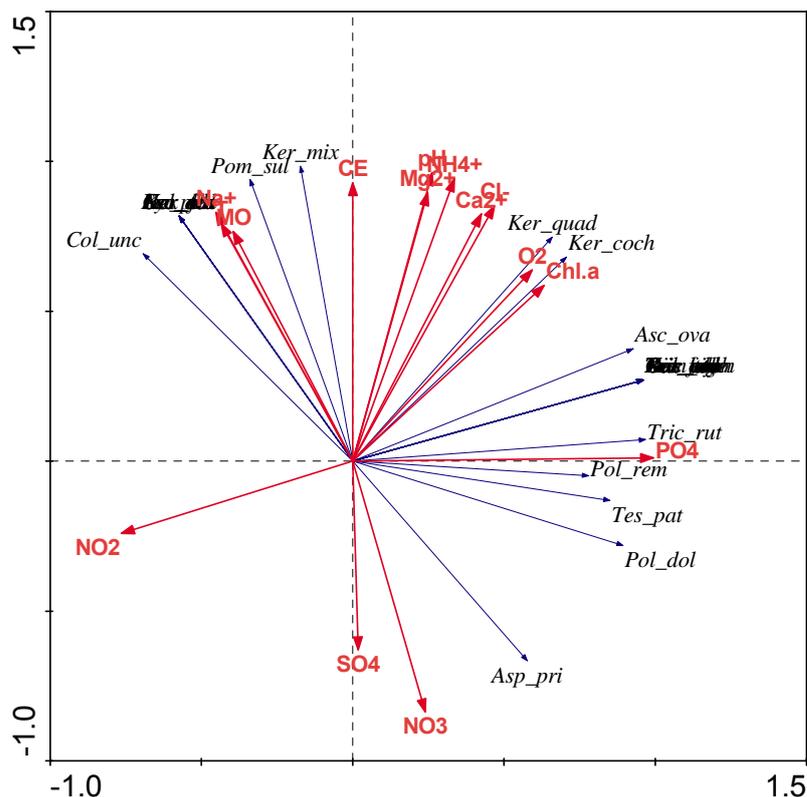
Les assemblages d'espèces qui caractérisent le printemps, l'été et l'automne sont : *Keratella quadrata quadrata*, *K. cochlearis*, *K. mixta*, *Ascamorpha ovalis*, *Pompholyx sulcata*...alors que *Polyarthra remata*, *P. dolichoptera*, *Asplanchna priodonta* et *Testudinella patina* ont caractérisé le peuplement de Rotifères en Hiver.

Les deux premiers axes de la RDA ont représenté 96.2% du total de la variabilité des données hydrochimiques et espèces (Tableau 3.40).

La diversité des Rotifères a montré une corrélation positive avec l'axe 1 soit positivement avec les orthophosphates. L'espèce *Asplanchna priodonta* était corrélée positivement aux nitrites, *Polyarthra remata*, *Testudinella patina*, *Trichocerca ruttneri* et *Polyathra dolichoptera* aux orthophosphates alors que *Keratella quadrata quadrata* et *K. cochlearis* étaient liées aux teneurs de la chlorophylle a et à celles de l'oxygène dissous. *Keratella mixta* était corrélée positivement à la conductivité électrique (Figure 3.87)

**Tableau 3.40:** Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Taksebt.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues :	0.657	0.304	0.038	0.000	1.000
Species-environment correlations :	1.000	1.000	1.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	65.7	96.2	100.0	0.0	
of species-environment relation:	65.7	96.2	100.0	0.0	



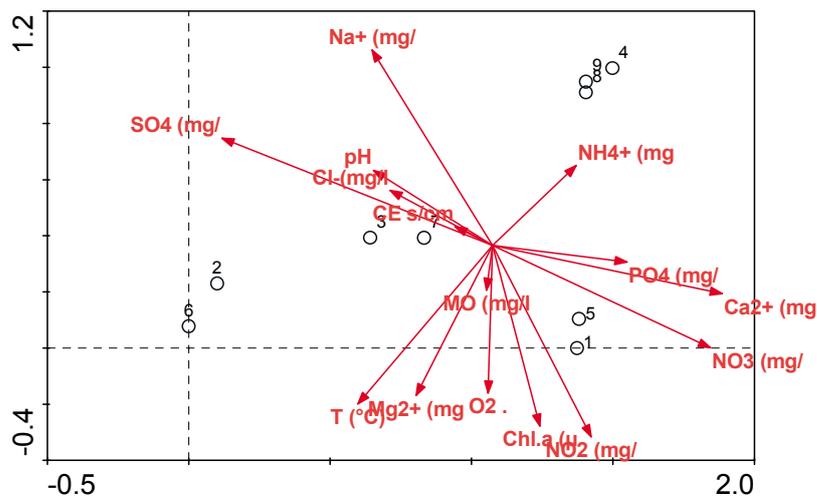
**Figure 3.87:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le zooplancton (Rotifères) dans le lac de Taksebt.

➤ **Retenue de Lakhal:**

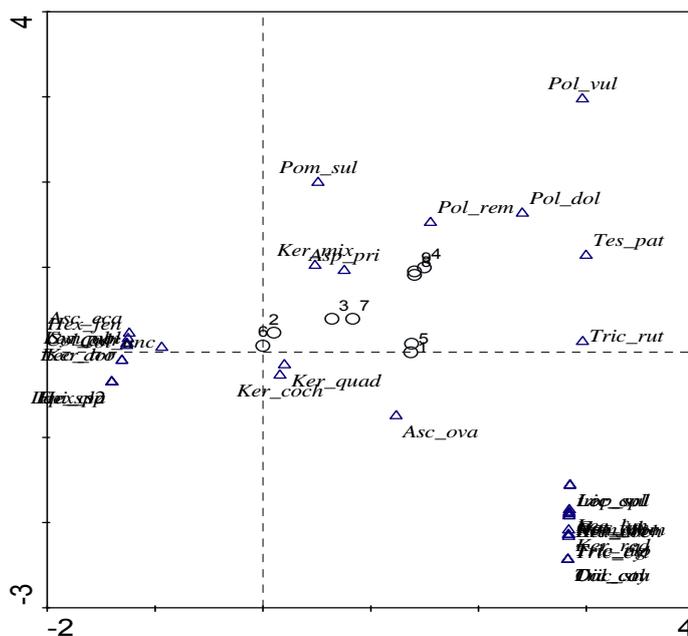
Les résultats de la DCCA appliquée aux facteurs environnementaux (variables physiques et chimiques et de la communauté Rotifères) indiquent que certains facteurs abiotiques ont significativement influencés le peuplement Rotifères, expliquant 63.9% (axes 1 et 2) de la variance totale (Tableau 3.41 et Figure 3.88).

**Tableau 3.41:** Modèle de DCCA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques et saisonnières sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Lakhal.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.324	0.076	0.017	0.004	0.589
Lengths of gradient	: 1.497	0.997	0.585	0.736	
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 55.0	67.9	70.7	71.4	
of species-environment relation:	44.4	63.9	0.0	0.0	



(a)



(b)

**Figure 3.88:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces zooplanctoniques (Rotifères) (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Aut1)- 4(Hiv2)- 5(Print2)- 6 (Eté2)- (Aut2)- (Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques, les saisons et le zooplancton sont donnés en Appendice 5.

Les variables physico-chimiques les plus discriminantes ont été la température, les ions sodium et calcium, les sulfates, nitrites et nitrates. Les saisons printanière, estivale et automnale ont été regroupées dans la partie supérieure droite de l'axe 1. Ces trois saisons étaient caractérisées par la présence de d'un même groupe d'espèces, il s'agit de *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *K. reducta*, *K. tropica*, *Ascamorpha ovalis*, *Hexarthra fennica* etc..... Alors que *Keratella mixta*, *Polyarthra dolichoptera* et *Polyarthra remata*, *Pompholyx sulcata*, *Testudinella patina* et *Asplanchna priodonta* ont été de préférence des espèces hivernales.

La RDA a montré des valeurs plus élevées surtout avec l'axe F2 (74%) (Tableau 3.42). Ce qui laisse supposer que l'axe F2 est un axe de physico-chimie. Alors que l'axe 1 est un axe de nutriments (nitrites et nitrates). Les valeurs propres des axes de l'analyse de la RDA 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ont été de 0,501 et de 0,239 respectivement et le pourcentage de la variation cumulative des deux premiers axes était de 0.74, et par conséquent, le pourcentage de variation expliquée est relativement élevé 74%.

Tableau 3.42: Modèle de RDA des estimations des longueurs de gradient, de la variance de l'effet de propriétés physico-chimiques sur la structure de la communauté zooplanctonique (Rotifères) du lac de Lakhil.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues :	0.501	0.239	0.132	0.062	1.000
Species-environment correlations :	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	50.1	74.0	87.3	93.4	
of species-environment relation:	50.1	74.0	87.3	93.4	

Parmi les variables environnementales, les trois plus proche du deuxième axe ont été la température, les ions magnésium et l'oxygène dissous. *Keratella quadrata* et *K. cochlearis* ont été corrélés aux nitrites et à la chlorophylle a, *K. mixta*, *Ascamorpha ovalis*, *Testudinella patina*, etc.....aux teneurs des nitrates. Les ions calcium et sodium et l'azote ammoniacal ont été corrélés négativement avec l'ensemble des espèces.



Les Rotifères ne sont significativement corrélés avec la température de l'eau ( $r= 0.65^*$ ) et la conductivité électrique ( $r= 0.82^*$ ) que dans le lac de Ghrib. Dans les autres réservoirs, ces corrélations ont été faiblement significatives.

Les autres paramètres comme les chlorures et le calcium sont faiblement corrélés aux densités des Rotifères. La chlorophylle a est corrélée significativement dans le réservoir de Ghrib ( $r= 0.82^*$ ), dans le lac de Keddara ( $r= 0.80^*$ ), dans le lac de Taksebt ( $r= 0.73^*$ ) et faiblement corrélée dans les réservoirs de Boukourdane ( $r= 0.50^*$ ) et celui de Lakhal ( $r= 0.49^*$ ). On note une corrélation significative entre l'oxygène dissous et la densité des Rotifères dans le lac de Taksebt ( $r= 0.77^*$ ) et dans le réservoir de Lakhal ( $r= 0.53^*$ ).

Nous avons également une corrélation hautement significative entre les orthophosphates et les densités des Copépodes ( $r= 0.96^*$ ) et des Rotifères ( $r= 0.94^*$ ) dans la retenue de Taksebt.

Des corrélations positives ont été observées entre les composés azotés comme les nitrates et les nitrites et les densités du zooplancton dans le lac de Lakhal. Dans les autres réservoirs, ce type de corrélation est représenté soit faiblement soit négativement.

Le principal facteur qui détermine la présence et l'abondance du zooplancton dans les biocénoses aquatiques est la température [596 ; 597 ; 598 ; 599 ; 600]. Dans la plupart des réservoirs des zones tempérées, le régime thermique de l'eau joue un rôle important dans l'écologie du zooplancton et dans la physiologie et la dynamique des espèces [601], leur intensité s'accroît lorsque la température augmente [602]. Cependant, au-dessus d'une température optimale, le taux de filtration baisse, ce qui conduit à une alimentation moins efficace, à un taux de croissance et une taille faible [603]. Dans cette étude, Il n'y a pas de corrélation statistique cohérente entre la température et les différents taxons du zooplancton dans ces réservoirs, à l'exception de certaines populations de Rotifères dans certains sites, ce qui signifie que d'une part il peut y avoir d'autres facteurs qui contrôlent la dynamique des populations de ces espèces de zooplancton et d'autre part cette

observation montre la préférence de l'assemblage du zooplancton à faible température dans ces réservoirs, jouant ainsi un rôle essentiel dans l'assemblage du zooplancton . Des résultats similaires ont été trouvés dans d'autres études sur les Rotifères [194 ; 195] et sur les Copépodes Cyclopoïdes [604 ; 605 ; 606 ; 606].

Le pH, la conductivité électrique et les concentrations en oxygène dissous ont eu probablement peu d'effet sur les fluctuations des populations de Rotifères étudiés ici sauf dans les lacs de Lakhali et Taksebt. Cette même observation a été déjà signalée dans les travaux de Berzins et Pejler [608].

Un pH alcalin a également été constaté en faveur de la croissance et de l'abondance du zooplancton dans de nombreux réservoirs. Byars [609] a rapporté que le zooplancton préfère les eaux alcalines. Dans cette étude, les valeurs de ce paramètre ont été généralement dans l'intervalle des normes (Figure 3.2) et considéré comme suffisants dans le développement des espèces du zooplancton. Ces mêmes données ont été rapportées par Sipaúba-Tavares et Rocha [610].

Toledo et *al.*, [611] et Hulyal et Kaliwal [605] ont souligné que des conductivités électriques modérées (environ 40  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) peuvent favoriser la croissance et même la domination des Rotifères. Ceci est en accord avec nos observations.

Une corrélation positive a été trouvée entre la densité des Rotifères et des Copépodes et les concentrations de la chlorophylle a, attestant l'importance de la nourriture. La disponibilité alimentaire est un facteur biotique souvent lié à la densité de ces populations et à leur diversité [471 ; 612 ; 613]. Aoyagui et *al.*, [614] a souligné également que l'abondance des Rotifères est liée à la variation de la chlorophylle a, ce qui a été observé dans la présente étude, le phytoplancton étant une ressource alimentaire importante pour le développement des Rotifères.

Les corrélations du zooplancton avec les nitrates et les orthophosphates n'indiquent pas nécessairement une relation directe entre le zooplancton et son utilisation de ces éléments comme éléments nutritifs, mais pourrait être attribué

à la dépendance du phytoplancton (qui sert de nourriture pour le zooplancton) sur ces nutriments. Des observations similaires ont été rapportées dans les travaux de Mustapha [615].

Les assemblages du zooplancton et particulièrement ceux des Rotifères dans certains réservoirs pourraient être liés à la dureté de l'eau comme cela a été observé dans les fortes corrélations positives avec le calcium et les ions magnésium, ces derniers étant les contributeurs de la dureté de l'eau (Figures 3.12 et 3.13). Ce type de corrélation a été rapporté par Hulyal et Kaliwal [605] dans le réservoir Almati en Inde.

Les corrélations entre les densités des taxons du zooplancton (Copépodes et Rotifères) sont significatives sauf dans le lac de Ghrib, ces espèces avaient une dynamique saisonnière comparable (Figures 3.27 à 3.36).

### 3.3 Analyse du phytoplancton :

#### 3.3.1 Composition phytoplanctonique globale :

Les échantillons destinés à l'étude qualitative du phytoplancton ont été prélevés à l'aide d'un filet à plancton dans les six plans d'eau au niveau superficiel (0,5m de profondeur). Ces échantillons ont immédiatement été fixés dans du formol à 5%. Pour l'étude de certaines espèces, des montages ont été réalisés sur lames.

L'analyse microscopique des échantillons collectés durant cette étude, aussi bien dans les stations littorales que dans les stations pélagiques, a permis d'établir une liste floristique (Liste 3).

## Liste 3. Ensemble des algues des plans d'eau échantillonnés.

**Cyanobactéries****O. Nostocales**

*Anabaena affinis* Lemm.  
*Anabaena circinalis* (B&F) Rabh.  
*Anabaena contorta* Bach.  
*Anabaena flos-aquae* (B&F) Bréb.  
*Anabaena spiroide* Klebahn  
*Anabeana sp.*  
*Anabeana variabilis* Kuetz.  
*Anacystis sp.*  
*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs  
*Aphanizomenon sp.*  
*Pseudoanabaena catenata* Lautherborn  
*Pseudoanabaena limnetica* (Lemm.) Kom.  
*Raphidiopsis mediterranea* Skuja  
*Phormidium sp.*  
*Phormidium tenue* (Agardh ex Gomont) Anagn. et Kom.  
*Planktolyngbya sp.*  
*Tradorma solitera* Kuetz.  
*Cylindrosp.ermopsis sp.*

**O. Chloroflexales**

*Chloroflexus sp.*

**O. Chroococcales**

*Aphanonocapsa sp.*  
*Aphanothece hegewaldii* Kováčik  
*Chroococcus giganteus* West  
*Chroococcus turgidus* (Kütz.) Nag.  
*Chroococcus limneticus* Lemm.  
*Eucapsis sp.*  
*Glaucocystis nostochinearum*  
*Glaucocystis sp.*  
*Gleocapsa sp.*  
*Gleothece rupestris* (Kütz.)  
*Gleotrichia echinulata* (J. E. Smith) Richt.  
*Gomphosp.haeria aponina* Kützing  
*Gomphosp.haeria lacustris* Chodat  
*Haploisiplon sp.*  
*Homoethrix sp.*  
*Merismopedia elegans* A. Braun in Kützing  
*Merismopedia tenuissima* Lemm.  
*Microcystis aeruginosa* Kützing  
*Microcystis flos-aquae* (Wittr.)  
*Microcystis incerta* (Lemm.)  
*Microcystis viridis* Lemmermann

*Microcystis wesenbergii* (Komarek) Komarek in Kondrateve  
*Synechococcus aeruginosa* Kütz.  
*Synechococcus crassa* Woronich.  
*Synechococcus elongatus* Nag  
*Synechococcus* sp.

### **O. Oscillatoriales**

*Arthrospira okensis* (Meyer)  
*Beggiatoa alba* Bremen  
*Lyngbya limnetica* Lemm.  
*Lyngbya* sp.  
*Oscillatoria agardhii* Gom.  
*Oscillatoria animalis* Agardh  
*Oscillatoria limnetica* Lemm.  
*Oscillatoria limosa* (Roth) Agardh  
*Oscillatoria sancta* (Kuetz)  
*Oscillatoria* sp..  
*Oscillatoria tenuis* Agardh.  
*Microcoleus chthonoplastes* Thuret  
*Microcoleus lacustris* (Rabenhorst)  
*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anag & Komar  
*Rivularia globiceps* West  
*Romeria elegans* (Wolosz.)  
*Schizothrix* sp.  
*Scytonema hofmanni* Guiry  
*Scytonema* sp.  
*Trichodesmium* sp.

### **Bacillariophyta**

#### **O. Centrales**

*Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs  
*Aulacoseira distans* (Ehrenb.) Simonsen  
*Aulacoseira granulata* (Ehrb.) Simonsen  
*Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (Müller) Simonsen  
*Aulacoseira* sp.  
*Bacillaria paxillifer* (O.F.Muller)  
*Bacillaria* sp.  
*Caloneis bacillum* (Grund.)  
*Cyclotella comta* Kützing  
*Cyclotella meneghiniana* Kützing  
*Cyclotella radiosa* (Grunow) Lemm.  
*Cyclotella pseudostelligera* Hustedt  
*Cyclotella stelligera* Cl. & Grun.  
*Hydroseira* sp.  
*Melosira italica* (Ehrenberg) Müller  
*Melosira granulata* (ehrenb.) ralfs  
*Melosira varians* Agardhi.  
*Rhizosolenia longiseta* Zach.  
*Stephanodiscus* sp.

*Thalassiosira lacustris* (Grunow) Hasle  
*Thalassiosira* sp.  
*Triceratium arcticum* Ehrenberg

### **O. Pennales**

*Actinella africana* Woodhead & Tweed  
*Actinella* sp.  
*Achnanthes clevel* Grun.  
*Achnanthes lanceolata* (Bréb. Ex Kütz.) Grun.  
*A minutissima* var. *cryptocephala* Crun.  
*Achnantes minutissima* Kützing  
*Amphora ovalis* Kützing  
*Amphora* sp.  
*Asterionella formosa* Hassall  
*Asterionella* sp.  
*Caloneis amphisbaena* var. *fenzlii* Cleve  
*Cocconeis pediculus* Ehrb.  
*Cocconeis placentula* Ehrb.  
*Cocconeis* sp..  
*Cymatopleura elliptica* Bréb.  
*Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Smith  
*Cymatopleura solea* var. *apiculata* W. Smith  
*Cymbella affinis* Kützing  
*Cymbella lanceolata* (Ehrb.) Heuck  
*Cymbella minuta* Hilse  
*Cymbella* sp.  
*Diatoma ehrenbergii* Kützing  
*Diatoma mesodon* Agardh.  
*Diatoma vulgare* Bory  
*Ditylum brightwellii* H. Peragallo & M. Peragallo  
*Eunotia flexuosa* Grunow  
*Fragilaria capucina* var. *lanceolata* Grun.  
*Fragilaria capucina* Desm.  
*Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bert.  
*Frustulia rhomboides* (Ehrenb.) De Toni  
*Frustulia* sp.  
*Gomphonema olivaceum* (Hornem.) Bréb.  
*Gomphonema parvulum* (Kütz.) Grun.  
*Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rab.  
*Gyrosigma* sp.  
*Hannaea arcus* (Ehrenb.)  
*Meridion circulare* (Greville) Agardh  
*Navicula cusp.idata* Kützing  
*Navicula radiosa* Kützing  
*Navicula subalpina* Reichardt  
*Navicula transitans* Cleve  
*Navicula* sp.1  
*Navicula* sp.2  
*Navicula viridula* Kützing  
*Nitzschia acicularis* W. Smith

*N. longissima* (Bréb. in Kütz.) Ralfs  
*N. holsatica* Hustedt in A. Schmidt  
*Nitzschia obtusa* W.Sm.  
*Nitzschia palea* (Kütz.) Smith  
*Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrb.  
*Pinnularia* sp.  
*Pseudonitzschia seriata* (Cleve) Peragallo  
*Rhoicosp.haenia abbreviate* (C. Agardh) Lange-Bertalot  
*Rhopalodia gibba* (Ehrb) Müller  
*Skeletonema costatum* (Weber) Hasle  
*Stauroneis anceps* Ehr.  
*Surirella minuta* Bréb.  
*Surirella sp.lendida* (Ehrb.) Kütz.  
*Surirella ovalis* Gregory  
*Synedra acus* Kützing  
*Synedra affinis* Kützing  
*S. pulchella* Ralfs ex Kützing  
*S. ovata* Kützing  
*Synedra* sp.  
*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb.  
*Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz.  
*Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz.  
*Tabellaria* sp.  
*Urosolenia eriensis* Smith. in Briggs

### **Chrysophyta**

*Mallomonas* sp.  
*Synura sp.hagnicola* Korshikov  
*Synura uvella* Ehrb.

### **Xanthophyta**

*Ophiocytium parvulum* (Perty)  
*Tetraedriella* sp.  
*Tribonema affine* West  
*Tribonema viride* Pascher  
*Tribonema* sp.  
*Vaucheria* sp 1  
*Vaucheria* sp 2

### **Pyrrhophyta**

#### **O. Cryptomonadales**

*Cryptomonas* sp.

#### **O. Péridiniales ou Dinophytes**

*Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh  
*C. cornutum* (Ehrenberg) Claparade & J. Lachmann  
*C. furcoides* (Levander) Langhans  
*C. lineatus* Ehrb.  
*Ceratium* sp.

*Gymnodinium aeruginosum* Stein.  
*Gymnodinium undulatum* Woloszyńska  
*Gymnodinium sp1*  
*Gymnodinium sp 2*  
*Peridinium aciculiferum* Stein  
*Peridinium cinctum* (O.F.M.) Ehrb.  
*Peridinium pusillum* (Pernard) Lemmermann  
*Peridinium sp..*  
*Peridinium tabulatum* Lemm.  
*Prorocentrum sp.*

## **Euglenophyta**

### **O. Euglenales**

*Euglena acus* (Duj.) Hubner  
*Euglena oxyuris* Schmarda  
*Euglena viridis* Ehrb.  
*Euglena sp1*  
*Lepocinclis ovum* Ehrb. Lemm.  
*Lepocinclis salina* Fritsch  
*Phacus cervicauda* Swirenko  
*P. caudatus* Hübner  
*P. elegans* Pochmann  
*P. granum* Drezepolski  
*Phacus gigas* Dujardin  
*Phacus longicauda* (Ehrb.) Duj.  
*Phacus orbicularis* Hubner  
*Phacus pleuronectes* (O.F.M.) Duj.  
*Phacus pyrum* Ehrb.  
*Phacus sp1*  
*Phacus sp2*  
*P.tortus* Lemmermann) Skvortsov  
*Strombomonas sp.*  
*Strombomonas verrucosa* (Dady) Deflandre  
*Trachelomonas planctonica* Svir.  
*Trachelomonas volvocina* Ehrb.

### **O. Rhabdomonadale**

*Menoidium gracile* Perty

### **O. Sphenomonadale**

*Calycimonas sp.*

## **Chlorophyta**

### **O. Volvocales**

*Carteria obtusa* Korshikov in Pascher  
*Carteria sp.*  
*Chlamydomonas globosa* Snow  
*Chlamydomonas sp.*  
*Chlorogonium elongatum* (Dangeard)

*Eudorina elegans* Ehrb.  
*Eudorina* sp1  
*Eudorina* sp2  
*Gonium pectorale* Muller  
*Gonium* sp.  
*Haematococcus lacustris* (Girod)  
*Haematococcus* sp.  
*Hemitoma meandrocystis* Skuja  
*Pandorina morum* (Bory)  
*Pandorina* sp.  
*Pleodorina indica* (Iyengar) Nozaki  
*Volvox aureus* Ehrenberg  
*Volvox* sp.

### **O. Tetrasporales**

*Gleocystis* sp.  
*Tetraspora* sp1  
*Tetraspora* sp 2

### **O. Chlorococcales**

*Actinastrum hantzschii* Lagerheim  
*Ankistrodesmus falcatus* (Korda) Ralfs  
*Ankistrodesmus fusiformis* Korda  
*Arthrodesmus triangularis* Lagerheim  
*Asterococcus superbus* (Cienkowski) Scherffel  
*Asterococcus* sp.  
*Botryococcus braunii* Kützing  
*B. terribilis* Komárek & Marvan  
*Botryococcus* sp.  
*Chattonella antiqua* (hada)  
*Chattonella* sp1  
*Chattonella* sp2  
*Chodatella subsalsa* (Lemmermann)  
*Chlorella minutissima* Fott & Novakova  
*Chlorella* sp.  
*Coelastrum astroideum* De Notaris  
*Coelastrum cambricum* Archibald  
*Coelastrum microporum* Nägeli in A. Braun  
*Coelastrum morus* W. & G.S. West  
*Coelastrum polychordum* (Korshikov) Hindák  
*Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn  
*Coelastrum pseudomicroporum* Korshikov  
*Coenococcus* sp.  
*Coenocystis* sp.  
*Crucigenia cuneiformis* (Schmidle) Brunth.  
*Crucigenia* sp1  
*Crucigenia* sp2  
*Crucigeniella apiculata* (Lemmermann) Komárek  
*Crucigeniella crucifera* (Wolle) Komárek  
*Crucigeniella rectangularis* (Nägeli) Komárek

*Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nag  
*Dictyosphaerium pulchellum* Wood  
*Dictyosphaerium* sp.  
*Elakatothrix viridis* (Snow)  
*Elakatothrix gelatinosa* Wille  
*Elakatothrix genevensis* (Reverd.) Hindak  
*Eremosp. haera viridis* de Bary  
*Franceia echidna* (Bohlin) Bourrelly  
*Golenkinia radiata* Chodat  
*Hydrodictyon reticulatum* (Linnaeus) Lagerheim  
*Hydrodictyon* sp.  
*Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius  
*Kirchneriella obesa* (West) Schmidle  
*Micractinium pusillum* Fres.  
*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová  
*Monoraphidium setiforme* (Korš.) Hind.  
*Nephrocytium agardhianum* Nägeli  
*Oocystis apiculata*. Braun  
*Oocystis borgei* Snow  
*Oocystis elliptica* W. West  
*Oocystis lacustris* Chodat  
*Oocystis parva* West & West  
*Oocystis submarina* Lemm.  
*Oocystis* sp.  
*Palmodictyon viride* Kützing  
*Palmodictyon* sp.  
*Pediastrum berlinense* Hegewald  
*Pediastrum biradiatum* Meyen  
*Pediastrum boryanum* var. *boryanum* (Turp.) Meneghini  
*Pediastrum brevicauda* Reinsch  
*Pediastrum clathratum* (Schröder) Lemmermann  
*Pediastrum duplex* var. *gracillimum* W. & G.S. West  
*Pediastrum duplex* var. *rugulosum* Raciborski  
*Pediastrum duplex* var. *duplex* Meyen  
*Pediastrum obtusum* Lucks  
*Pediastrum simplex* var. *simplex* Meyen  
*Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs  
*Planktosp. haeria gelatinosa* G.M. Smith  
*Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat  
*Scenedesmus acutiformis* Schroeder  
*Scenedesmus armatus* var. *armatus* (Chodat) Chodat  
*Scenedesmus bicaudatus* Dedussenko  
*Scenedesmus bijugatus* var. *alternas* (Reinsch) Hansg.  
*Scenedesmus dimorphus* (Komarek) Chod.  
*Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg ex Ralfs) Chodat  
*Scenedesmus incrassatulus* Bohlin  
*Scenedesmus opoliensis* Richter  
*Scenedesmus parvus* var. *granulatus*  
*Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson  
*Scenedesmus serratus* (Corda) Bohlin

*Sorastrum* sp.  
*Sphaerocystis* sp.  
*Tetraedron gracile* (Reinsch)  
*Tetraedron regulare* (Corda) Hansg  
*Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg.  
*Tetraedron* sp1  
*Tetraedron* sp2  
*Tetrastrum multisetum* (Schr.) Lemm  
*Tetrastrum tetracanthum* (G. S. West) Brunnthaler

### **O. Microsporales**

*Microspora* sp.

### **Ordre des Desmidiées**

*Closteriopsis longissima* (Lemmermann)  
*Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenberg  
*Closterium aciculare* T. West  
*Closterium ehrenbergii* Meneghini ex Ralfs  
*Closterium gracile* Brébisson ex Ralfs  
*C. idiosporum* W. & G.S. West  
*C. intermedium* Ralfs  
*C. lanceolatum* (Kützing ex Ralfs)  
*C. monoliferum* (Bory) Ehr.  
*Closterium navicula* (Brébisson) Lütkemüller in Cohn  
*C. parvulum* var *parvulum* Nag.  
*C. striolatum* Ehrenberg ex Ralfs  
*Closterium* sp1  
*Closterium* sp2  
*Closterium* sp.3  
*Closterium* sp4  
*C. tumidulum* Gay  
*Closterium venus* Kuetz.  
*Cosmarium abbreviatum* Raciborski  
*Cosmarium affine* Racib.  
*Cosmarium contractum* Kirchner  
*Cosmarium depressum* (Nägeli) Lundell  
*C. humile* (Gay) Nordstedt in De Toni  
*C. impressulum* Elfving  
*C. meneghinii* Brébisson ex Ralfs  
*C. punctulatum* Brébisson  
*C. trilobulatum* Reinsch  
*Cosmarium* sp..  
*Desmidium baileyi* (Ralfs) Nordstedt  
*Desmidium swartzii* (C. Agardh) C. Agardh ex Ralfs  
*Gonatozygon kinahani* (Arch.)  
*Gonatozygon* sp.  
*Micrasteria crux* (Ehrenberg) Hassall ex Ralfs  
*Micrasteria* sp.  
*Staurastrum crenulatum* (Naegeli) Delphine

*Staurastrum cingulum* Smith  
*Staurastrum dejectum* Brébisson  
*Staurastrum gracile* Ralfs ex Ralfs  
*Staurastrum ensiferum* Turner  
*Staurastrum paradoxum* Meyen ex Ralfs  
*Staurastrum planctonicum* Teiling; Lenzenweger  
*S. pseudopelagicum* West & West  
*S. tetracerum* Ralfs ex Ralfs  
*S. uplandicum* Teil.  
*Staurastrum* sp.

#### **Ordre Ulothricales**

*Binuclearia tectorum* (Kützing) Bererex ex Wichmann  
*Binuclearia* sp.  
*Klebsormidium* sp.  
*Planktonema lauterbornii* Schmidle  
*Ulothrix zonata* (Weber & Mohr) Kützing  
*Uronema gigas* Borge

#### **Ordre Chaetophorales**

*Chaetophora elegans* (Roth) C. Agardh  
*Stigeoclonium aestivale* (Hazen) Collins  
*Stigeoclonium factum* Kützing

#### **Ordre des Siphonocladales**

*Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing  
*Pitophora* sp.  
*Rhizoclonium hieroglyphicum* (Kuetz.) Stockm.  
*Rhizoclonium* sp.

#### **Ordre des Oedogoniales**

*Oedogonium* sp1  
*Oedogonium* sp2

#### **O. Zygnematales**

*Mougeotia parvula* Hassall  
*Mougeotia scalaris* Hassall; Kadlubowska  
*Mougeotia* sp.  
*Pleurotaenium trabecula* (Ehrenberg) Nägeli  
*P. maculatum* (Turn.) Kvieger  
*Sirogonium* sp.  
*Spirogyra crassa* Kützing  
*Spirogyra* sp.  
*Spirotaenia condensata* Brébisson  
*Teilingia granulata* (Roy et Bisset) Bourrelly  
*Zygnema leiosp.ermum* De Bary  
*Zygnema stellinum*  
*Zygnema* sp1  
 Algue indéterminée

**O. Trentopholiales**

*Trentepohlia aurea* (C. Agardh) Hariot

**Charophyta**

*Nitella flexilis* Agardh

*Nitella opaca* (Bruzellius) Agardh

*Chara vulgaris* Linnaeus

**Rhodophyta**

*Audorinella* sp.

*Compsopogon* sp.

*Bostrychia* sp.

La flore examinée révèle une richesse spécifique très importante représentée par 398 taxons répartis en 21 genres principaux. Le genre *Closterium* avec 17 espèces est le genre le plus diversifié. Les deuxièmes genres en termes de richesse spécifique sont *Phacus* (Euglenophyta) et *Scenedesmus* (Chlorococcales). D'autres genres sont également présents grâce à plusieurs espèces, comme les genres *Pediastrum* et *Staurastrum* (11 espèces), *Cosmarium* (10 espèces), *Oscillatoria*, *Navicula*, *Coelastrum* et *Oocystis* (7 espèces).

Dans cette étude, nous n'avons pas comparé la composition du phytoplancton à différentes profondeurs. Néanmoins nos observations à partir des prélèvements (0.5 et 2 m) nous permettent de penser qu'il y a une diminution du nombre d'espèces avec la profondeur. Ces mêmes observations ont été rapportées dans des études similaires par Reynolds [616] et Zurek et Bucka [617].

**3.3.2 Composition de l'ensemble des algues récoltées :**

Pour la nomenclature des ordres, nous avons suivi la classification proposée par Bourrelly [246 ; 202 ; 208 ; 618]. La répartition de l'ensemble des taxons enregistrés dans les six sites au sein de diverses subdivisions taxonomiques est donnée dans la liste 3. Le groupe le mieux représenté est celui des Chlorophyta (46.73%) suivi par les Bacillariophyta (22.86%), les Cyanobactéries (16.33%) et les Euglenophyta (6.03%). Les classes des Pyrrophyta (4.02%), les Xanthophyta (1.75), les Chrysophyta (0.75%), les

Charophyta (0.75%) et les Rhodophyta (0.75%) sont peu représentés (Tableau 3.43).

Parmi les Chlorophyceae, l'ordre des Chlorococcales (89 taxons), des Pennales (69 taxons) et des Desmidiées (45 taxons) représentent la plus grande partie des espèces.

En ce qui concerne les Chlorococcales, les genres les mieux représentés sont par ordre d'importance: *Scenedesmus* (12 taxons), *Pediastrum* (11 taxons), *Oocystis* et *Coelastrum* (7 taxons). Au sein des Desmidiées, le genre *Closterium* est le mieux représenté avec 17 taxons sur les 45 taxons recensés.

Parmi les 91 espèces de Diatomophycées répertoriées, la plus grande partie (75.82%) appartient à l'ordre des Pennales et le reste (24.17%) à l'ordre des Centrales. Les genres les mieux représentés sont *Navicula* (7 taxons), *Synedra* (6 taxons), *Nitzschia* (5 taxons), *Achnanthes* (4 taxons) et *Cymbella* (4 taxons).

**Tableau 3.43 :** Répartition systématique des taxons répertoriés dans les six sites d'étude

Classe	Ordre	Nombre de taxons	pourcentage
Cyanobactéries	Nostocales	18	4.54
	Chloroflexales	1	0.25
	Chroococcales	26	6.5
	Oscillatoriales	20	5
Bacillariophycées	Centrales	22	5.5
	Pennales	69	17.33
Xanthophycées	Tribonématales	3	0.75
	Vauchérialiales	2	0.50
	Mischococcales	2	0.50
Pyrrophytes	Cryptomonadales	1	0.25
	Péridiniales	15	3.76
Euglénophytes	Euglenales	22	5.55
	Rhabdomonadales	1	0.25
	Sphenomonadales	1	0.25
Chlorophytes	Volvocales	18	4.54
	Tetrasp.oraes	3	0.75
	Chlorococcales	89	22.36
	Microsp.oraes	1	0.25
	Desmidiiales	45	11.30
	Ulothricales	6	1.51
	Chaetophorales	3	0.75
	Siphonocladales	4	1.01
	Oedogoniales	2	0.5
	Zygnematales	14	3.51
	Trentopholiales	1	0.25
Charophytes		3	0.75
Chrysophycées		3	0.75
Rhodophytes		3	0.75
Total		398	100

Le groupe des Euglenophyta est constitué principalement par des taxons des genres *Phacus* (12 taxons), *Euglena* (4 taxons), *Lepocinclis*, *Strombomonas* et *Trachelomonas* (2 taxons). La présence des Euglenophyta est généralement en relation avec la concentration plus ou moins importante en matière organique [619].

Le nombre d'espèces de Cyanobactéries est faible par rapport aux Chlorophycées et Bacillariophycées ; cette classe est surtout représentée par des espèces appartenant aux genres *Oscillatoria* (7 taxons), *Anabaena* (7 taxons) et *Microcystis* (5 taxons).

Les pyrrophytes sont principalement représentés par des taxons des genres *Ceratium* (5 taxons) et *Peridinium* (5 taxons). Les Chrysophycées, les Xanthophycées, les Charophytes et les Rhodophytes sont très peu représentés.

### 3.3.3 Composition floristique algale de chaque site :

La composition algale de chaque site est présentée dans le tableau voir Appendice n° 2.

- Lac de barrage de Keddara :

Dans ce lac, 88 taxons ont été recensés. Le groupe le plus représenté est celui des Chlorophytes (52.27%) avec 46 taxons. Au sein de cette classe, l'ordre de Chlorococcales est le mieux représenté avec 18 taxons suivi par l'ordre des Desmidiales avec 10 taxons.

L'embranchement des Cyanobactéries (23.86%) vient en deuxième position avec 21 taxons dont 9 Oscillatoriales et 8 Chroococcales. Les Bacillariophyta suivent avec 14 taxons (soit 15.90% de la flore). En dernière position, on retrouve les Euglénophycées (4 taxons), Xanthophycées (2 taxons) et les Pyrrophyta (1 taxon).

- Lac de barrage de Lakhal :

Au cours de cette étude, 240 taxons sont répertoriés. Le groupe le plus important est celui des Chlorophycées qui représentent 48.75% de l'ensemble avec 117 taxons dont les plus importants sont les Chlorococcales (58 taxons) et les Desmidiales (17). Ensuite, viennent, les Bacillariophycées (27.91%) avec 67

taxons (51 Pennales et 17 Centrales) puis es Cyanobactéries (15.83%) avec 38 taxons répartis entre les Chroococcales (17), les Oscillatoriales (9) et les Nostocales (7); les autres taxons sont représentés faiblement. Les Euglénophytes viennent juste après avec 17 taxons et constituent 7.08% de l'ensemble. En dernier lieu, on trouve les Pyrrophyta (9 taxons), les Xanthophyta (7 taxons) et les Rhodophyta (3 taxons).

- Lac de barrage de Boukourdane :

Dans ce milieu, nous avons inventorié 83 espèces. Le groupe le plus représenté est celui des Chlorophycées (45.78%) avec 38 taxons. Puis viennent les Bacillariophycées (27.71%) réparties entre les Pennales (21) et les Centrales (2). Les Cyanobactéries sont représentées par 11 taxons (13.25%) réparties entre les Oscillatoriales (5 taxons), les Chroococcales (3 taxons) et les Nostocales (3 taxons). Enfin, nous trouvons les Euglenophyta (6.02%), les Pyrrophyta (3.61%), les Charophyta (2.40%) et les Rhodophyta (1.20%).

- Lac de barrage de Taksebt :

Nous avons répertorié 196 espèces dans ce lac. Les Chlorophyta (52.55%) et les Bacillariophycées (14.79%) sont les plus représentés. En ce qui concerne les Chlorophyta, les Chlorococcales représentent 50 taxons et les Desmidiales 22 taxons. En ce qui concerne les Bacillariophycées, l'ordre des Pennales représente la plus grande partie des taxons (22) suivi par l'ordre de Centrales (7 taxons). Les Cyanobactéries viennent ensuite avec 29 taxons répartis entre les Nostocales, les Oscillatoriales et les Chroococcales. En dernier lieu, on trouve les Euglenophyta avec 15 taxons dont 13 taxons appartiennent à l'ordre des Euglénales, les Pyrrophyta sont représentés par 12 taxons, les Xanthophyta par 2 taxons et les Charophyta par 1 taxon.

- Lac de barrage de Ghrib :

Nous avons recensé 61 taxons dans ce lac. Les Chlorophytes constituent le groupe le plus important (47.54%) avec 29 taxons répartis entre les Chlorococcales (14), les Desmidiales (6) et les Volvocales (4), les Zygnemetales (3), les Tetrasporales et les Ulothricales (1). Viennent ensuite les Bacillariophyta (21.31%) représentés uniquement par les Pennales (13 taxons).

Les Cyanobactéries identifiées représentent 21.31% réparties entre les Chroococcales (5), les Nostocales (4) et les Oscillatoriales (4). Enfin les Xanthophycées sont représentées par 3 taxons, les Euglénophycées par 2 taxons et les Pyrrophytes par un seul taxon.

- Oued Chiffa :

Dans cet oued, nous avons inventorié 56 taxons. Avec 35 taxons, les Chlorophyta sont les plus représentés (62.5%), ces taxons se répartissent en Chlorococcales (13), Desmidiées (12) Volvocales (2), Ulothricales (2), Chaetophorales (1), Siphonocladales (2) et Zygnemetales (1). Puis, on trouve les Bacillariophycées (21.42%) avec 12 taxons répartis entre l'ordre des Pennales (9) et l'ordre des Centrales (3). Les Cyanobactéries (14.28%) viennent ensuite avec 8 taxons incluant les Nostocales (6), les Chroococcales (1) et les Oscillatoriales (1). Les Charophyta ne sont représentés que par un taxon, *Nitella flexilis*.

### 3.3.4 Indice de similitude de Sorensen :

Pour l'étude de similitude entre les compositions de la flore algale des différents sites étudiés, nous avons sélectionné l'index de similitude de Sorensen [304]. Les valeurs obtenues sont rapportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.44: matrice de similitude [304] entre les flores algales des différents lacs et d'un oued.

	BO	LE	TA	GR	KE	CH
BO	100	29.72	<b>35.84</b>	27.77	<b>44.70</b>	31.65
LE		100	<b>49.54</b>	23.25	27.52	13.51
TA			100	22.56	<b>37.45</b>	19.84
GR				100	<b>32.43</b>	17.09
KE					100	23.77
CH						100

Nous avons également sélectionné les mêmes trois échelles de similitude :

- ❖ Similitude de plus de 42%
- ❖ Similitude comprise entre 37 et 41.99%
- ❖ Similitude de 32 à 36.99%

Selon ces similitudes, la ressemblance obtenue est la suivante :

Echelle 1 : entre les lacs BO-KE et LE-TA

Echelle 2 : entre les lacs TA-KE

Echelle 3 : entre les lacs BO-TA et GR-KE

En ce qui concerne la première échelle (plus de 42%), les flores algales qui présentent le plus de similitude sont celles des lacs de Taksebt/ Lakhhal et Boukourdane/ Keddara lesquels appartiennent au bassin Soummam et au bassin côtier algérois.

Pour la deuxième échelle, les flores algales des lacs de Taksebt et Keddara présentent des ressemblances. Ces deux lacs appartiennent au bassin côtier algérois. Si on considère, la troisième échelle, on observe des ressemblances entre les espèces d'algues du lac de Boukourdane et celui de Taksebt et entre Ghrib et Keddara.

Les lacs appartenant au bassin côtier algérois (BO-KE-TA) présentent une ressemblance dans leur composition algale (supérieur à 42%) ; il existe également une similitude très élevée entre le lac Lakhhal et celui de Taksebt (49.54%) (Lacs proches géographiquement et situés à l'Est du pays).

Il existe une faible similitude entre Ghrib et les autres lacs (< 28%) ceci peut être expliqué d'une part par son appartenance au bassin Chéiff et d'autre part par des différences dans la qualité de l'eau du lac Ghrib. Ce dernier présente un pH moyen alcalin, une plus grande concentration ionique et une conductivité plus grande par rapport aux autres lacs étudiés (Figure 3.3).

La flore algale de l'oued Chiffa (CH) a une relation de similitude avec celle de tous les autres lacs, cependant elle est faible. Cela peut être expliqué par la nature du milieu: les lacs sont des écosystèmes lenticques tandis que l'oued est un écosystème lotique (eaux courantes) et par la physico-chimie différente de l'eau.

### 3.3.5 Cycles saisonniers de l'ensemble des algues par période et par site :

Les pourcentages de l'ensemble de la récolte des algues durant toutes les années d'échantillonnage pour chaque saison sont représentés par les figures n° 3.90 et 3.91:

Durant l'hiver 1 (H1), le plus grand pourcentage d'algues a été récolté dans le réservoir de Taksebt (44%) suivie par le réservoir de Lakhal (23%), Boukourdane (18%) et Keddara (15%). Durant cette période l'oued Chiffa n'a pas fait l'objet d'échantillonnage.

Le Printemps (P1), le lac de Taksebt présentait 64% de notre récolte générale alors que durant l'été (E1), 35% de nos prises ont été faites dans le réservoir de Lakhal. Durant l'automne (A1), le plus grand pourcentage des récoltes (47%) a été fait au niveau du lac de Taksebt suivie par Lakhal (35%), Ghrib (9%), Boukourdane (7%) et Keddara (2%).

L'hiver (H2) a été cette fois ci dominé par les prises du réservoir de Lakhal (52%), suivie par Ghrib (18%), Boukourdane (16%) et Keddara (14%). Le printemps (P2), Eté (E2) et automne (A2) est marqué par une importante récolte de la flore algale au niveau du lac de Lakhal avec respectivement 82%, 85% et 71%.

C'est durant la saison printanière que le maximum d'algues a été récolté avec respectivement en moyenne 26,5% pour Boukourdane, 24% pour Ghrib, 24,5% Lakhal et 79% pour Taksebt. L'oued Chiffa a enregistré un taux de 85% en été.

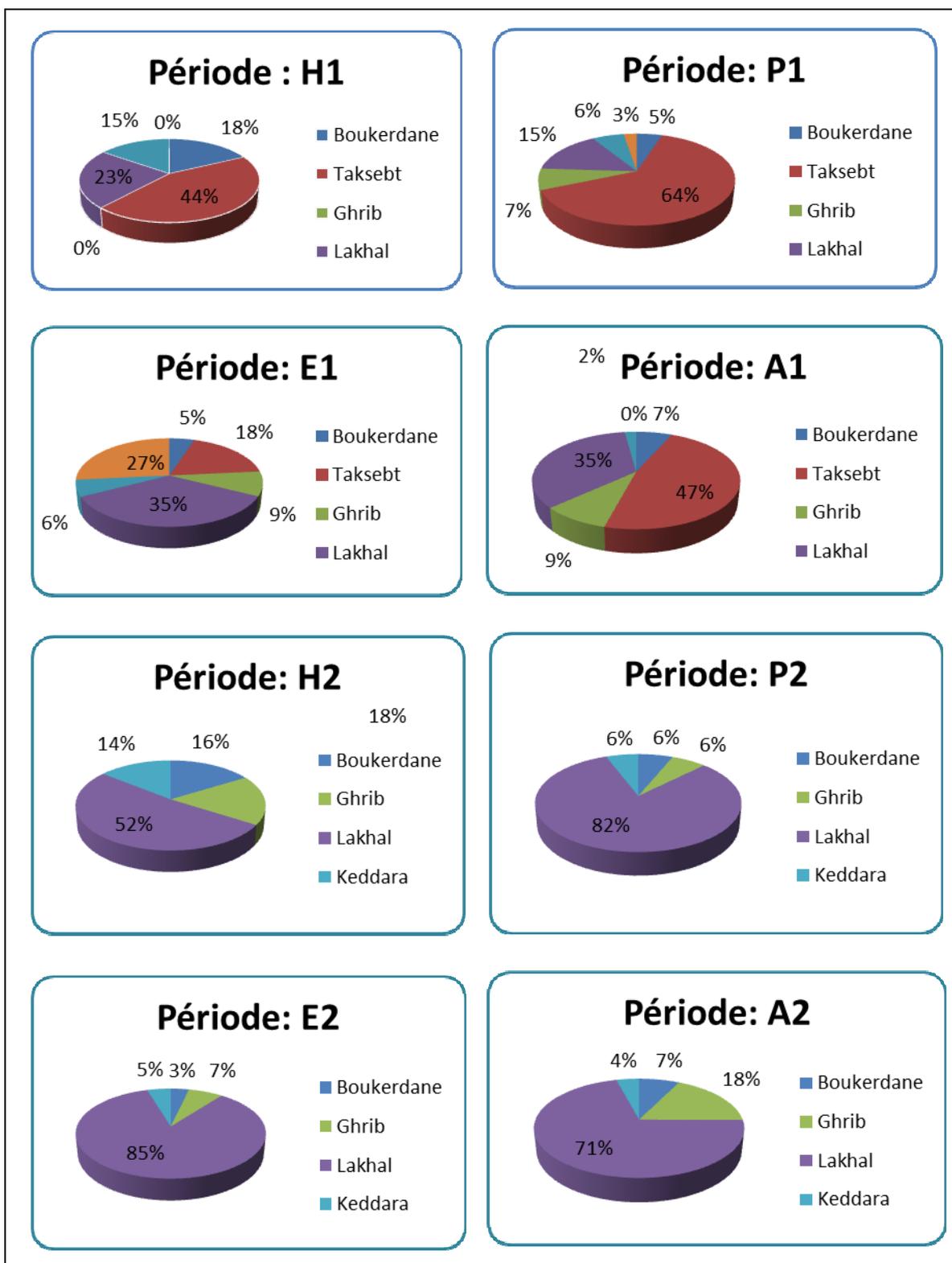


Figure 3.90 : Répartition saisonnière de l'ensemble de la flore algale

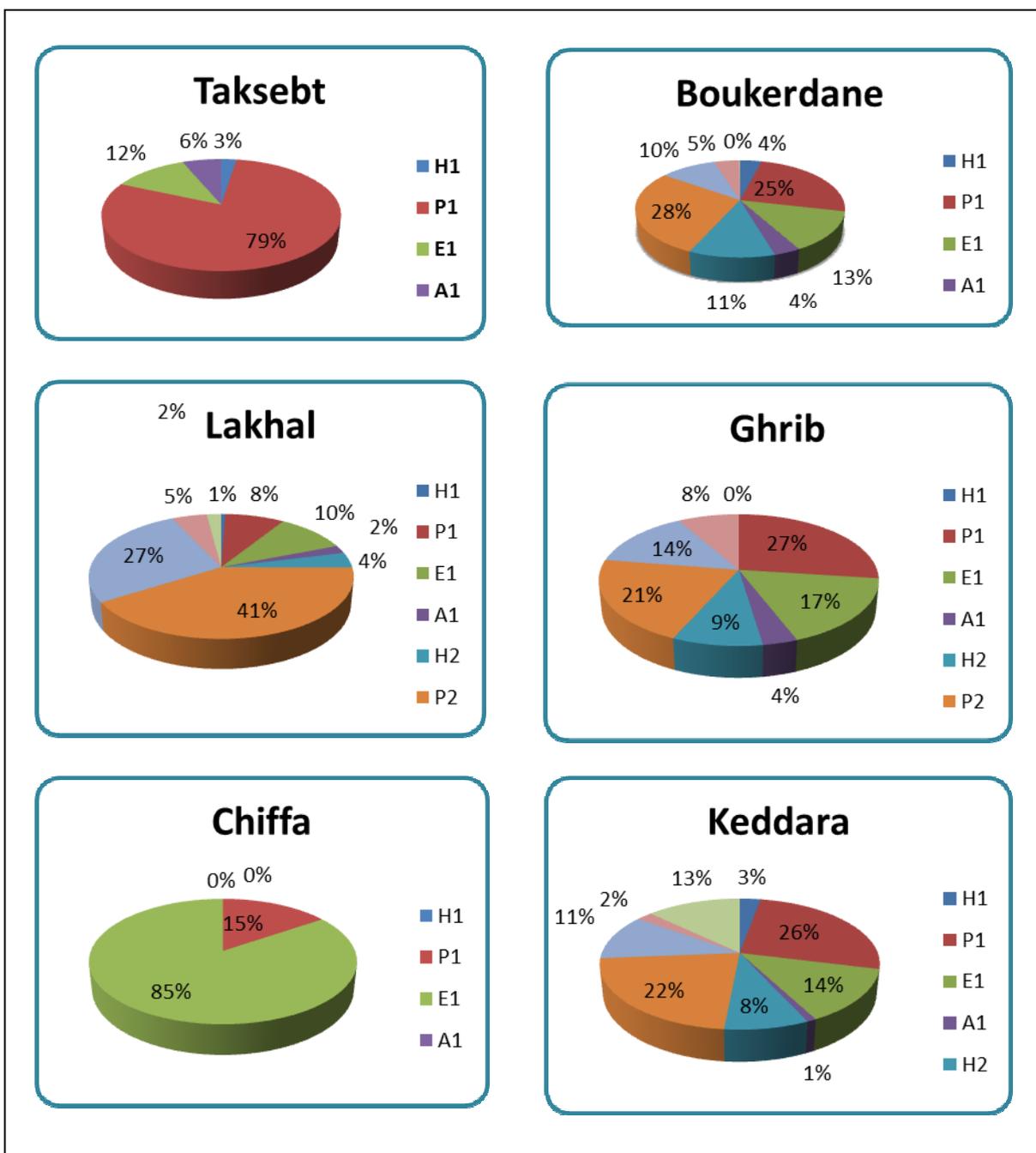


Figure 3.91: Répartition saisonnière de la flore algale par site de prélèvement

### 3.3.6 Distribution saisonnière de l'ensemble des algues :

La croissance des algues est tributaire de divers facteurs tels que la luminosité, la température et la disponibilité en nutriments. Les variations de ces paramètres donnent lieu à des fluctuations d'ordre chronologique au sein

des populations phytoplanctoniques appelées périodes ou phases. La description du modèle saisonnier généralement observé est le suivant :

- La période hivernale est associée à une activité biologique limitée. En raison, des faibles taux de luminosité associés à des températures basses.
- En période printanière, la durée du jour et la température augmentant, l'activité photosynthétique se trouve favorisée. De plus, au cours de cette période, le milieu est riche en éléments nutritifs biodisponibles, ce qui permet la prolifération du phytoplancton.
- Principalement due au broutage des microalgues par le zooplancton, à et à l'épuisement des nutriments dans le milieu qui entraîne la mortalité d'une partie de la population phytoplanctonique. Cette période correspond à la période des eaux claires caractérisée par une transparence des eaux.
- La décomposition des algues par les microorganismes et les rejets du zooplancton permettent la remise en circulation de nutriments disponibles dans le milieu. Avec l'augmentation de la température et une forte luminosité, on entre dans la phase estivale.
- En phase automnale, on observe le maintien des populations algales. En effet, bien que la luminosité soit moins importante qu'en été, la température de l'eau est encore élevée. De ce fait, l'activité biologique reste intense et permet le recyclage rapide de la matière organique. Malgré la grande consommation des nutriments par la population estivale, ce recyclage favorise la production primaire.

Ces descriptions sont d'ordre général et le comportement des populations algales ne correspond pas toujours à ce modèle. Cependant, les cycles annuels des sites échantillonnés dans cette étude pour l'ensemble des années se présente comme un véritable cas «d'école».

En effet, on observe une faible population algale en hiver (décembre et janvier) suivie d'une hausse printanière déjà amorcée en février et marquée par un pic de croissance à la fin du mois de mars et en avril. Ceci est

particulièrement net dans les retenues de Taksebt (20591 ind/l) et de celle de Lakhal durant la deuxième année d'échantillonnage (24127 ind/l).

Vient ensuite la phase estivale de juillet à septembre avec un pic important en août dans le lac Lakhal (15892 ind/l). On observe un pic automnal en octobre (2924 ind/l) qui est suivi du déclin en novembre (Figure 3.92).

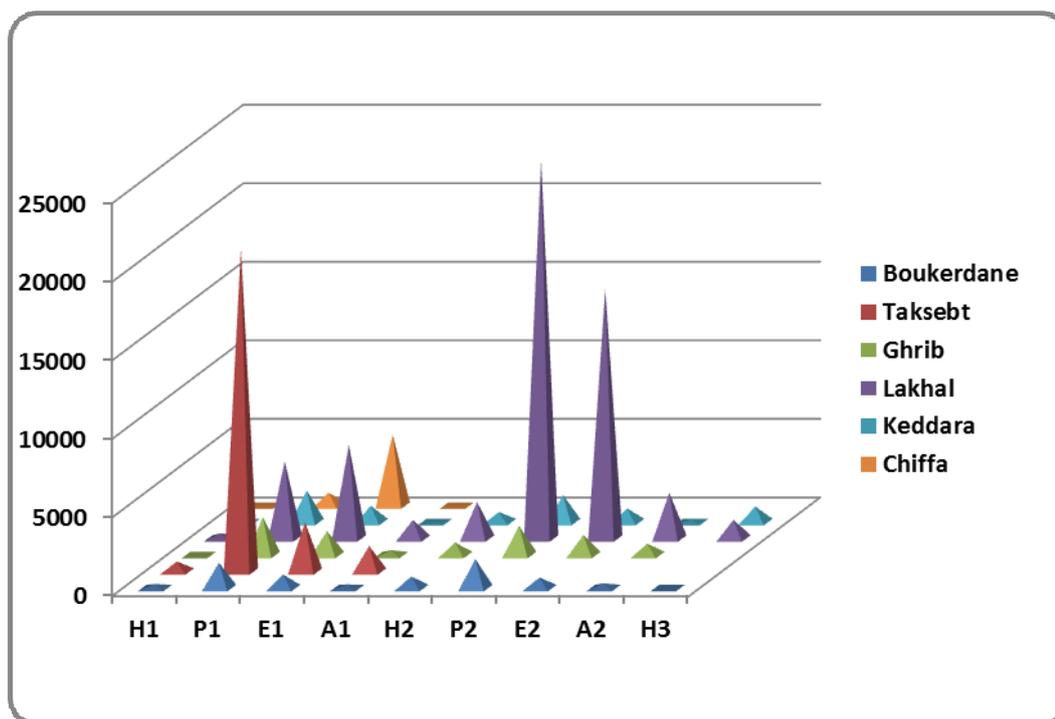


Figure 3.92: Répartition saisonnière du nombre total des individus/l en fonction des différentes périodes échantillonnées.

### 3.3.7 Distributions saisonnières des différents groupes algaux :

La répartition saisonnière des groupes algaux est illustrée par les figures ci-dessous (3.93 à 3.100).

#### 3.3.7.1 Cyanobactéries :

Les Cyanobactéries montrent un développement plus important dans la retenue de Lakhal à la fin du printemps et en été surtout durant l'année 2007 où 6097 ind/l ont été dénombrés en été. Les espèces sont présentes toute l'année mais avec de faibles valeurs en hiver et en automne.

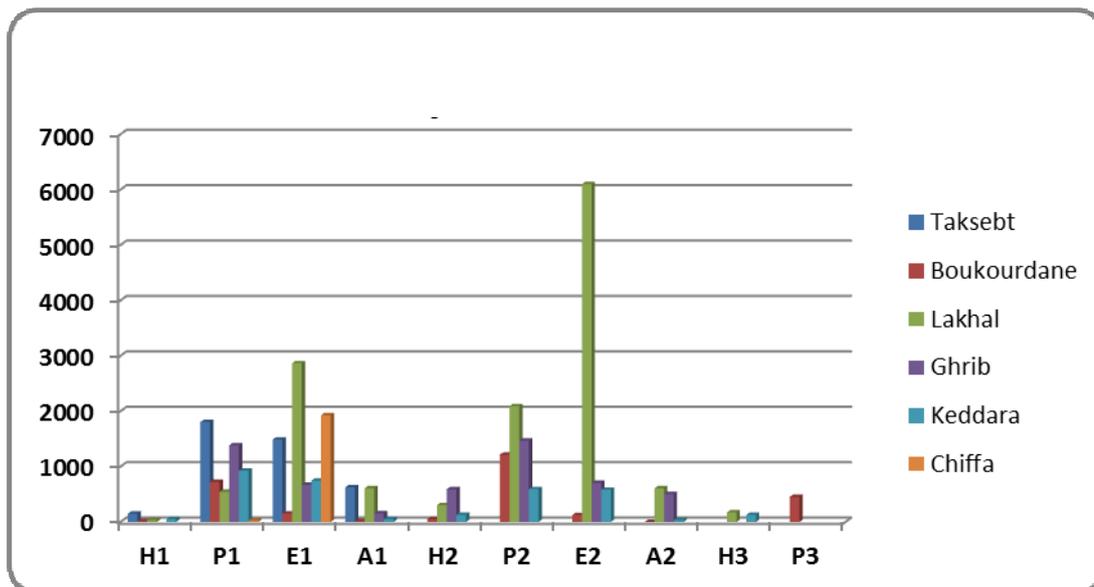


Figure 3.93: Densité moyenne des différents individus des espèces de Cyanobactéries récoltées dans les différents sites échantillonnés.

### 3.3.7.2 Bacillariophyta :

Les diverses espèces se développent toute l'année avec un pic en été dans le barrage de Lakhal (2835ind/l) et des pics au printemps pour les retenues de Taksebt et l'oued Chiffa avec respectivement 764 ind/l et 799 ind/l; leur absence a été remarquée durant le printemps 2006 et l'hiver 2007 dans la retenue de Boukourdane.

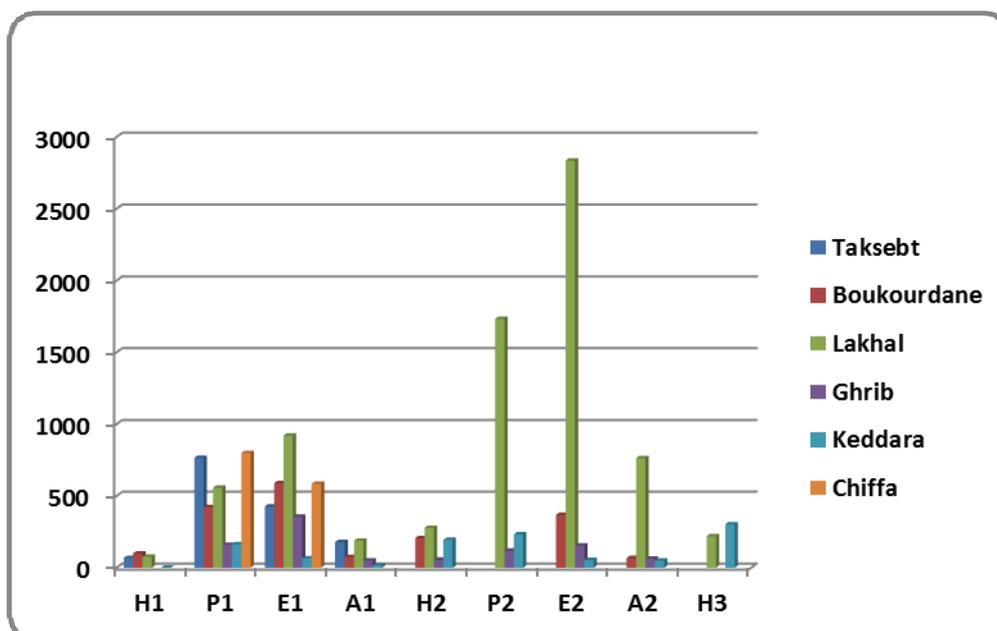


Figure 3.94: Densité moyenne des différents individus des espèces de Bacillariophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.

### 3.3.7.3 Chlorophyta :

Le maximum de leur développement se fait au printemps avec un maximum de 16594 ind/l dans le lac de barrage de Taksebt et 17666 ind/l dans le lac de barrage de Lakhal. La prédominance des chlorophycées est permanente dans les différents sites d'échantillonnage.

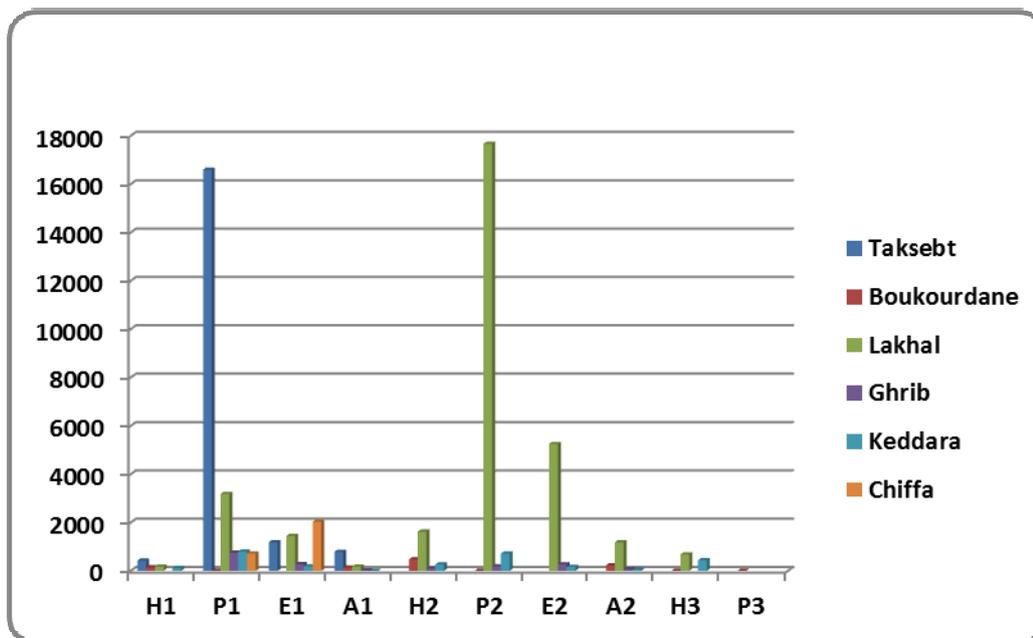


Figure 3.95: Densité moyenne des différents individus des espèces de Chlorophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.

### 3.3.7.4 Euglenophyta :

On observe une prédominance des Euglénophycées au printemps (au mois de juin) dans les différents plans d'eau avec un pic à Lakhal (2231 ind/l). Leur absence est remarquée dans l'oued Chiffa (Figure 3.96).

### 3.3.7.5 Charophyta :

Ce groupe est rare. Les espèces n'ont apparu que dans certains sites d'échantillonnage comme le montre la figure n° 3.97 durant la saison printanière, le nombre d'individus n'excédant jamais 6 ind/l.

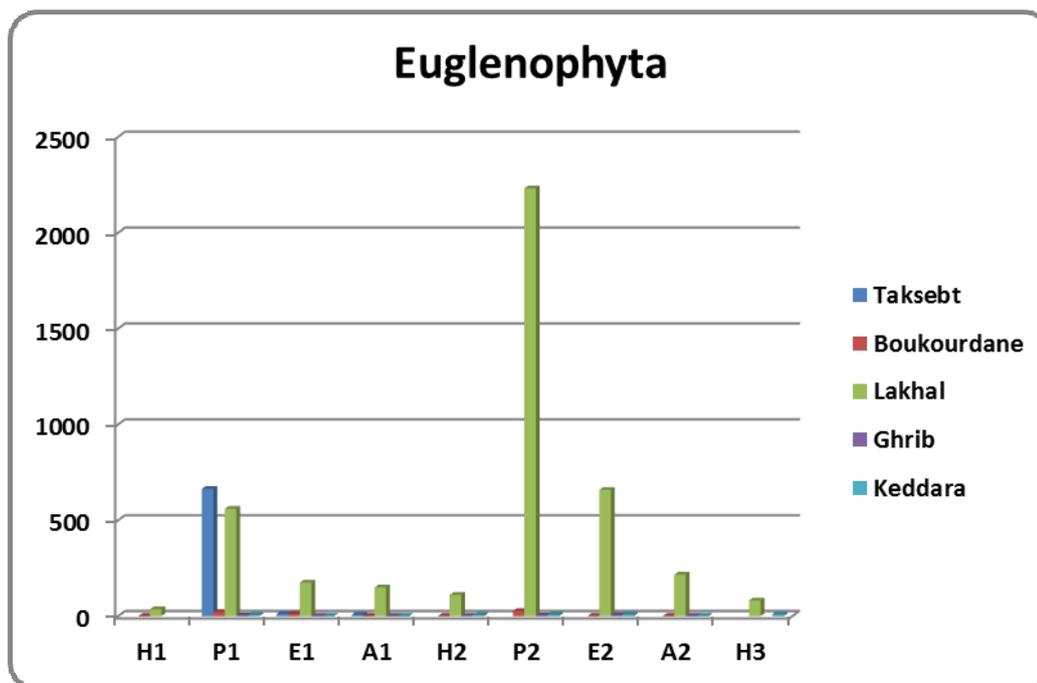


Figure 3.96: Densité moyenne des différents individus des espèces d'Euglenophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.

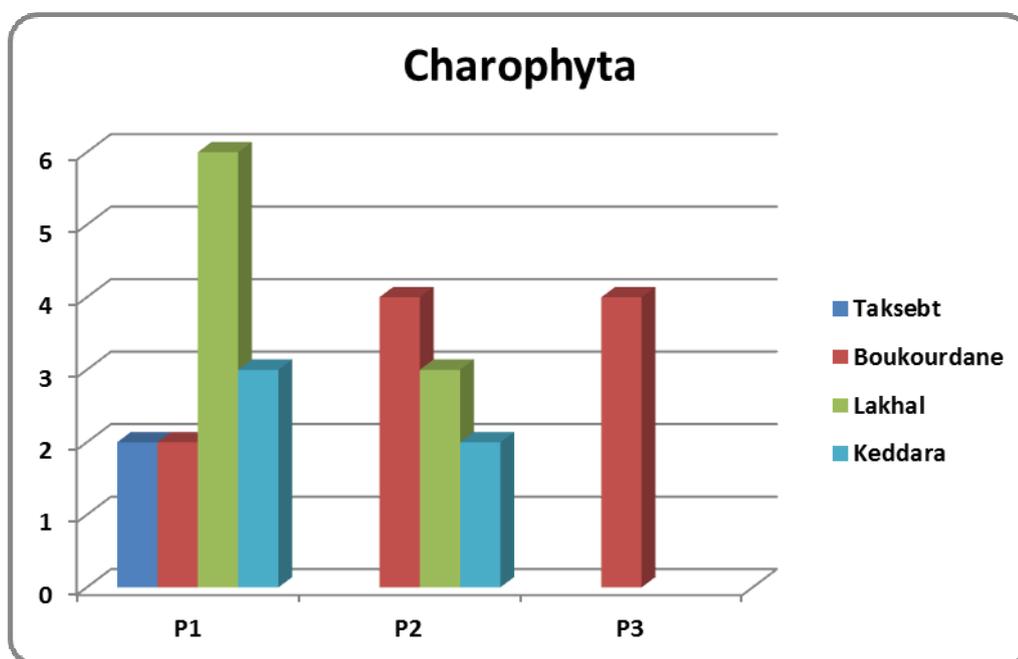


Figure 3.97: Densité moyenne des différents individus des espèces des Charophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.

### 3.3.7.6 Pyrrophyta et Xanthophyta :

Les Pyrrophyta et les Xanthophyta sont également absents dans certains sites. Pour les Xanthophyta, c'est dans les lacs de Keddara et Ghrib que le nombre d'individus est maximal avec respectivement un pic de 118 ind/l et 120 ind/l durant l'hiver.

Les Pyrrophytes sont apparus surtout dans les prélèvements d'été avec un pic de 1536 ind/l dans la retenue du barrage de Lakhal. Durant les autres saisons, leur nombre n'excède jamais 725 ind/l.

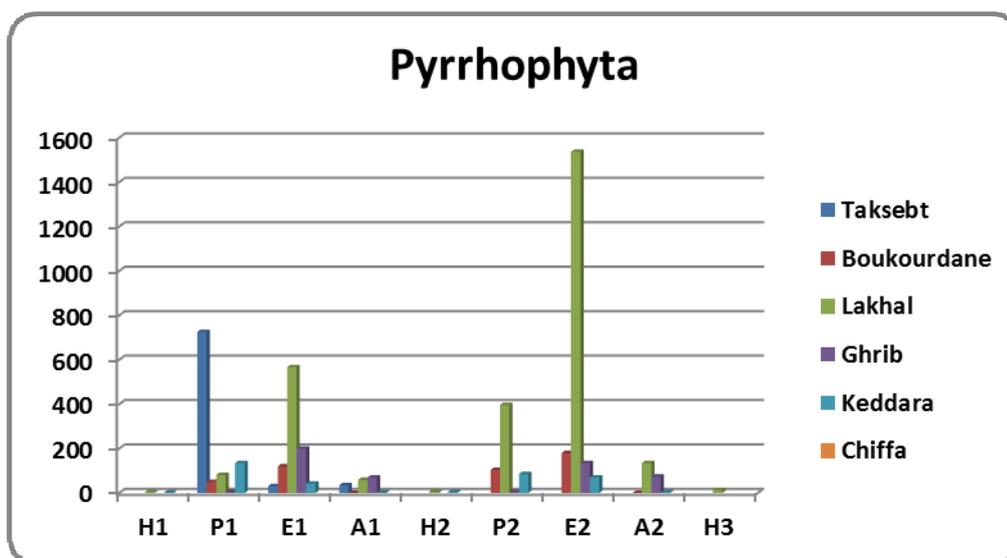


Figure 3.98: Densité moyenne des différents individus des espèces des Pyrrophytes récoltées dans les différents sites échantillonnés.

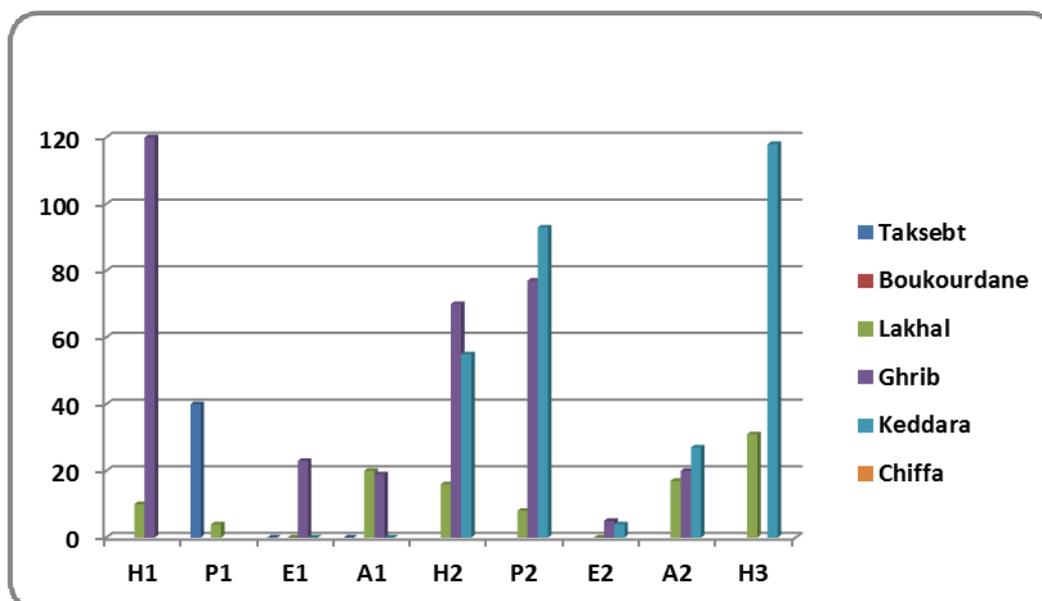


Figure 3.99: Densité moyenne des différents individus des espèces Xanthophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.

### 3.3.7.7 Rhodophyta :

Les Rhodophyta n'ont été observés que dans deux sites d'échantillonnage : Boukourdane et Lakhal, avec un nombre d'individus inférieur à 10 ind/l.

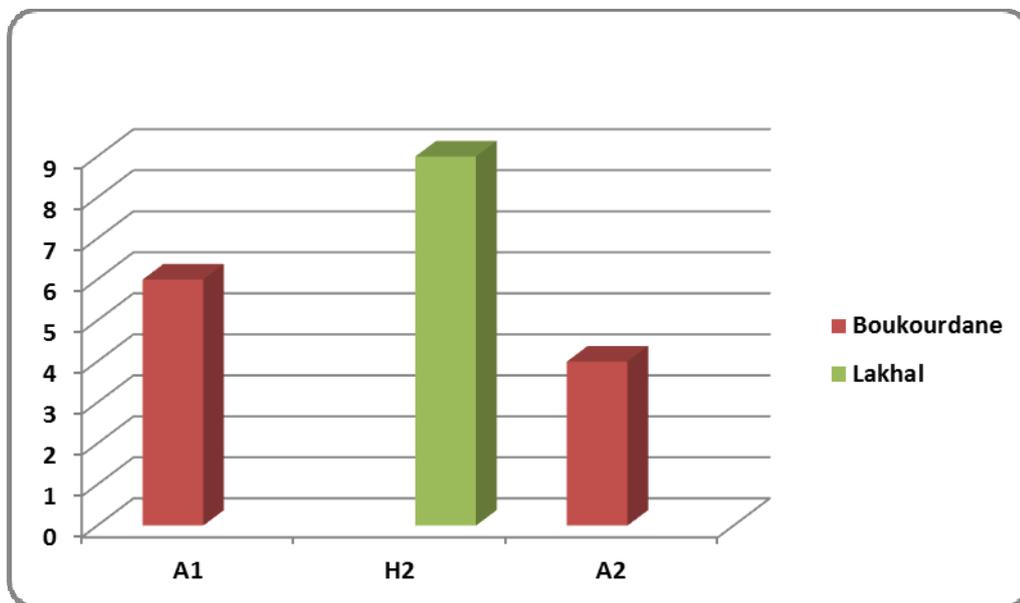


Figure 3.100: Densité moyenne des différents individus des espèces de Rhodophycées récoltées dans les différents sites échantillonnés.

La composition des principaux groupes d'algues dans les six plans d'eau étudiés ont montré des différences sur le plan qualitatif. La présence d'une richesse spécifique plus élevée en espèces est généralement plus marquée pour les sites situés dans la partie Est de l'Algérie. Globalement, les rythmes saisonniers suivent les modèles typiques de nombreux lacs situés en Europe [620], c'est-à-dire des Diatomées et des Chlorophycées au printemps/ été/ automne et des Cyanobactéries et des Pyrrophytes (Dinophytes) en été. En nombre moyen total des individus, le plus grand nombre a été enregistré dans le lac de Lakhal et le plus faible dans le lac de Boukourdane et l'oued Chiffa (ce dernier n'a fait l'objet que d'une courte période d'échantillonnage). Les lacs étudiés peuvent être ordonnés en fonction de leur nombre moyen total d'individus: Lakhal > Taksebt > Ghrib > Keddara > Boukourdane > oued Chiffa; (Lakhal, ghrib, Keddara et Boukourdane ayant fait l'objet de deux années d'échantillonnage contrairement à Taksebt).

Dans les sites étudiés, le nombre d'individus n'est pas aussi élevé par rapport aux sites européens. Loch Leven du Royaume uni renferme fréquemment 10.000 cellules/ml de *Synechoccus* et 100.000 filaments d'*Oscillatoria*/ml [621] en été. Toutefois, nos observations rejoignent celles de Fathi et *al.*, [622]: selon ces auteurs, les valeurs relativement faibles du nombre d'individus du phytoplancton dans la plupart des lacs d'Afrique du Nord peuvent être dues aux pics de densité réelle qui n'ont pas été observés et/ou que le pâturage peut être plus important.

**L'hiver est singularisé par une richesse faible en phytoplancton :** Dans le réservoir de Boukourdane, les espèces les plus abondantes sont *Gomphonema olivaceum* avec une abondance de 38.61% (H2), *Crucigeniella rectangularis* (30.89%) et *Oedogonium sp.* (11.58%). Les autres espèces comme *Cosmarium humile*, *Phormidium sp.*, *Beggiatoa alba*, *Pandorina sp.*, *Actinastrum hantzschii*, *Pediastrum clathratum*, *Cosmarium sp.* sont présentes mais avec des abondances < 10%; *Microcystis aeruginosa* (41.74%), *M. flos-aquae* (10.61%), *Staurastrum planctonicum* (27.03%). Les autres espèces sont considérées comme occasionnelles ou rares telles que *Raphidiopsis mediterranea*, *Nitzschia obtusa*, *Synedra affinis*, *S. ovata*, *Synedra sp.*, *S. ulna*, *Vaucheria sp.1*, *Vaucheria sp. 2*, *Haematococcus sp.*, *Coenocystis sp.*, *Monoraphidium sp.*, *Oocystis lacustris*, *Pediastrum clathratum*, *P. duplex var duplex*, *P. simplex var simplex*, *Spirogyra crassa* et *Staurastrum crenulatum* ont des abondances qui varient entre 5% et 10%. Dans le lac de Ghrib, *Phormidium sp.* (39.37%), *Vaucheria sp.1* (12.36%), *Hemitoma meandrocystis* (11.81%), *Mougeotia parvula*, *Mougeotia sp.* et *Pleurotaenium trabecula* avec des abondances respectivement de 18.54%, 37.80% et 11.02% (Voir appendice 3).

Dans le réservoir de Keddara, les espèces comme *Microcystis aeruginosa*, *M. incerta*, *Lyngbya sp.*, *Oscillatoria limnetica*, *Gyrosigma sp.*, *Roicosphenia abbreviate*, *Vaucheria sp.2*, *Ceratium hirundinella*, *Gonium pectorale*, *Hemitoma meandrocystis* et *Gonatozygon Kinahani* ont été occasionnelles durant cette saison.

Le lac de Lakhal est caractérisé par les espèces suivantes : *Staurastrum planctonicum* (42.86% H1 et 38.79% H2), *Navicula subalpina* (17.86%), *Phacus longicauda* (12.50%), *P. duplex var duplex* (10.71%), *Chroococcus turgidus* se

présente comme une espèce rare. Tandis que les espèces occasionnelles ont été nombreuses: *Anabeana flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Fragilaria capucina*, *Nitzschia acicularis*, *N. longissima*, *Phacus longicauda*, *Coelastrum cambricum*, *Crucigenella apiculata*, *Cosmarium depressum* etc. Le barrage de Taksebt s'est singularisé par la présence de *Closterium aciculare* (10.23%) et *Cosmarium sp.* (22.51%). Les autres espèces comme *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *Melosira granulata*, *Ceratium hirundinella*, *Chlamydomonas sp.* et *Arthrodesmus triangularis* sont rares.

**Au printemps**, les maximas de certains groupes de phytoplancton sont atteints, les Chlorophycées prennent l'avantage dans certaines retenues. Les principales espèces printanières sont :

- Oued Chiffa : *Chlorella sp.* est l'espèce la plus abondante (entre 61% et 100%), tandis que *Cladophora glomerata* et *Navicula sp.* Sont peu fréquentes avec des valeurs oscillant entre 10 et 40%. *Spirogyra crassa* et *Melosira varians* sont des espèces rares.

- Retenue de Boukourdane : *Microcystis incerta*, *Synedra acus* sont les espèces les plus fréquentes. Les autres espèces comme *Microcoleus chthonoplastes*, *Hemitoma meandrocystis*, *Closterium aciculare*, *Gonatozygon sp.* sont rares. La plupart des autres espèces sont considérées comme occasionnelles durant cette période.

- Retenue de Ghrib : *M. flos-aquae* avec 51.54% est l'espèce la plus fréquente suivie par *Staurastrum planctonicum* (15.37%). Les espèces occasionnelles sont les mêmes qu'en hiver.

- Retenue de Keddara : *Microcystis aeruginosa* (20%), *Synechococcus aeruginosa* (15.96%), *Mougeotia parvula* (12.77% P2), *Micratinium pusillum* (11.81%), *Phormidium sp.* (11.14%) sont les espèces les mieux représentées. Les autres espèces dont les abondances se situent entre 5% et 10% sont : *Synechococcus aeruginosa*, *Microcoleus chthonoplastes*, *Gyrosigma sp.*, *Ceratium hirundinella*, *Gonatozygon kinahani* et *Staurastrum paradoxum*.

- Retenue de Lakhal : les espèces printanières les plus rencontrées sont : *Phacus longicauda*, *Pediastrum boryanum boryanum*, *Staurastrum planctonicum*, *Navicula subalpina*, *Chroococcus turgidus*, *Microcystis aeruginosa*, *Crucigeniella apiculata* mais avec des abondances faibles inférieures à 10%. Le plus grand pourcentage est formé par des espèces occasionnelles dont l'abondance est inférieure à 5%.

- Retenue de Taksebt : renferme un très grand nombre d'espèces mais dont les abondances étaient inférieures à 5%. Les plus fréquentes sont *Aphanizomenon flos-aquae*, *Monoraphidium setiforme*, *Closterium aciculare* et *Closterium gracile*.

**Les espèces les plus caractéristiques de la saison estivale** sont *Synedra acus*, *S. pulchella*, *Pediastrum simplex var simplex*, *Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *Ceratium hirundinella*, *Closterium aciculare*, *Synechococcus aeruginosa*, *Romeria elegans*, *Chlamydomonas sp.*, *Anabeana flos-aquae*, *Staurastrum planctonicum*, *Closteriopsis longissima* (uniquement au lac de Taksebt) et *Oscillatoria sancta* dans l'oued Chiffa

**Durant l'automne**, la richesse spécifique du phytoplancton diminue dans tous les lacs en relation avec la diminution de la durée du jour (rayonnement) et de la température.

*Synedra pulchella*, *Crucigeniella rectangularis*, *Pediastrum duplex var duplex*, *Pediastrum simplex var simplex* et *Spirogyra crassa* sont les espèces caractéristiques de cette saison dans le réservoir de Boukourdane. *Microcystis flos-aquae* avec une abondance de 49.50%, *Ceratium hirundinella* (23.26%) et *Synedra ulna* (10.30%) ont été les espèces caractéristiques du lac de Ghrib. Le réservoir de Keddara a présenté des espèces comme *Microcystis aeruginosa* (35.71% A1), *Lyngbya sp.* (31.43%), *Gyrosigma sp.* (24.29%), *Spirogyra crassa* (23.53) et *Vaucheria sp. 2* (15.13% A2). Les autres espèces sont soit rares ou soit occasionnelles, leur abondance ne dépasse pas 10%.

Le réservoir de lakhal est caractérisé par la présence de *Microcystis aeruginosa*, *Phacus longicauda*, *Chroococcus turgidus* et *Navicula subalpina*.

Les autres espèces occasionnelles comme *Anabeana flos-aquae*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis flos-aquae*, *Arthrospira okensis*, *Fragilaria capucina*, *N. acicularis*, *N. longissima*, *Peridinium tabulatum*, *Euglena oxyuris*, *Pediastrum duplex var duplex*, *Pediastrum simplex var simplex*, les *Scenedesmus* et les *Cosmarium* ont été enregistrées avec une abondance < à 5% (voir Appendice 3).

Les espèces les plus présentes durant cette saison dans le lac de Taksebt sont *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii* et *Melosira granulata*. Les espèces occasionnelles sont moins nombreuses durant cette saison (voir Tableau en Appendice 3).

### 3.3.8 Indice de diversité, d'équitabilité et richesse spécifique selon Margalef :

Les fluctuations saisonnières de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, de l'équitabilité et de la richesse spécifique selon Margalef sont illustrées par les figures n° 3.102 à 3.105.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver varie de 2.14 à 2.99 bits sauf en automne où il est faible avec respectivement 1.82 pour A1 et 1.42 bits pour A2 dans le lac de Boukourdane.

Dans le réservoir de Ghrib et durant la première année d'échantillonnage, l'indice de diversité varie entre un maximum de 2.02 bits en été et un minimum de 1.52 bits en automne. La deuxième année d'échantillonnage a été marquée par une valeur maximale enregistrée en hiver et en automne (1.76 bits) et le minimum (1.16 bits) était enregistré au printemps.

Dans la retenue de Keddara, l'indice de diversité oscillait entre 2.59 (printemps) et 1.23 bits (hiver) durant la première série de prélèvements. Au cours de la deuxième année, le maximum était de 2.72 au printemps et le minimum 2.20 bits en automne.

Durant les deux années d'échantillonnage, l'indice de Shannon-Weaver dans le lac de Lakhal était de 2.73 bits, valeur maximale enregistrée durant le printemps (P1) et 1.48 bits, valeur minimale enregistrée en hiver (H3).

Dans le réservoir de Taksebt, le maximum était de 2.81 bits en automne et 1.71 bits était la valeur minimale enregistrée en été.

L'indice de régularité (E) oscillait entre 0.83 et 0.61 dans la retenue de Boukourdane. Ce même indice variait entre 0.39 et 0.66 dans la retenue de Ghib.

Dans le réservoir de Keddara, presque toutes les valeurs étaient supérieures à 0.8 sauf en automne (A1) où une valeur minimale de 0.77 a été enregistrée.

L'indice d'équitabilité dans lac de Lakhhal variait entre 0.56 en hiver (H2) et 0.82 au printemps (P1).

Dans la retenue de Taksebt, cet indice a présenté une valeur maximale en hiver et en automne et une valeur minimale en été.

Les résultats de la diversité indiquent une moyenne de 2.10. C'est au lac de Taksebt qu'on note la valeur la plus élevée 2.42 et au lac de Ghib, la valeur la plus faible 1.69 bits (Voir Tableau 3.45).

L'équitabilité moyenne est de 0.71, elle croît dans les sites selon l'ordre suivant: Ghib, Lakhhal, Boukourdane et Taksebt, Keddara.

**Tableau 3.45:** Récapitulatif des mesures des diversités des algues récoltées dans les sites d'étude (H'= indice de Shannon et Weaver; E = équitabilité; diversité selon Margalef).

	BO	GR	KE	LA	TA	Moyenne
H'	2.24	1.69	2.16	2.03	2.42	2.10
E	0.71	0.59	0.84	0.70	0.71	0.71
Diversité Margalef	3.79	2.41	2.18	2.22	3.85	2.89

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver et de l'équirépartition (E) du phytoplancton montrent des variations entre les saisons, suggérant des fluctuations saisonnières de la richesse spécifique durant toute la période d'échantillonnage.

Les valeurs les plus élevées ont été observées globalement au printemps. Exception faite pour le lac de Ghib où la valeur la plus élevée a été enregistrée en été. La baisse de cet indice de diversité durant l'été dans les autres réservoirs serait causée par le développement des cyanobactéries (Figure 3.93).

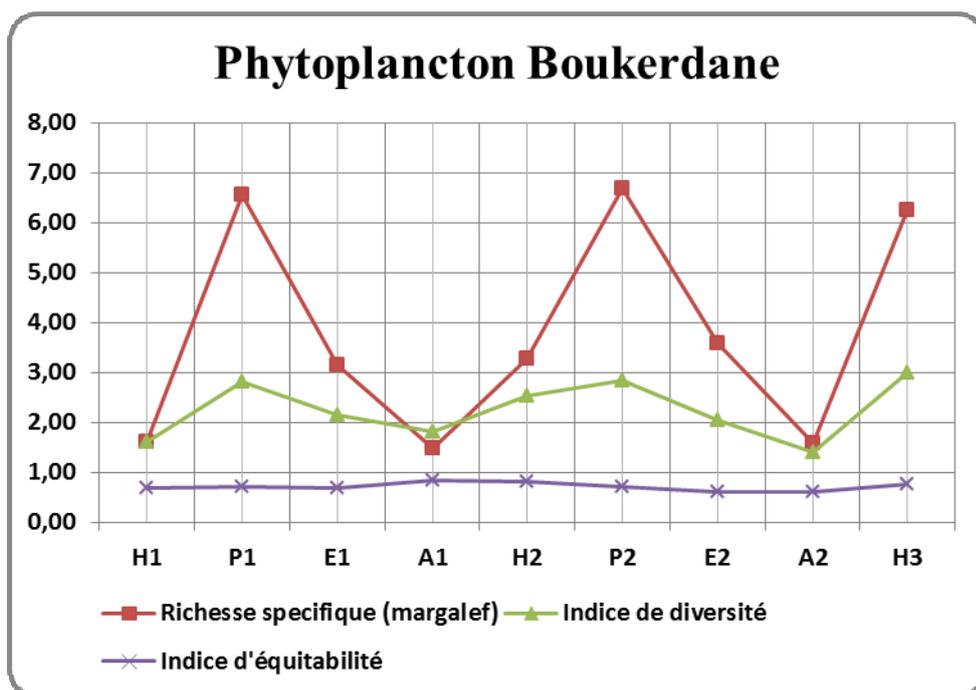


Figure 3.101: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Boukourdane.

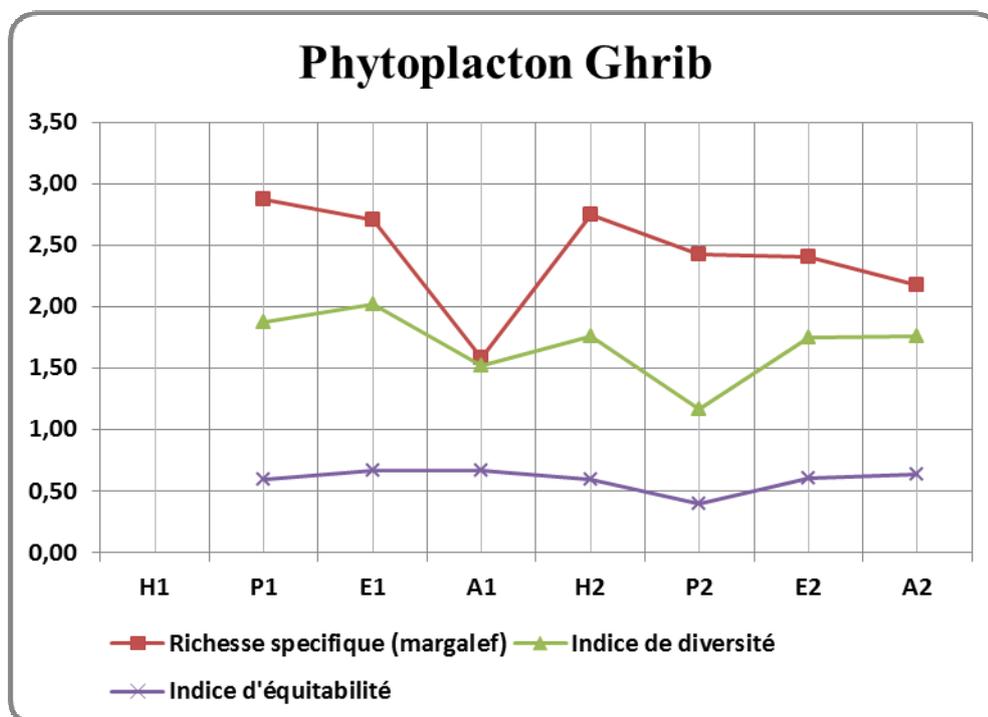


Figure 3.102: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Ghrib.

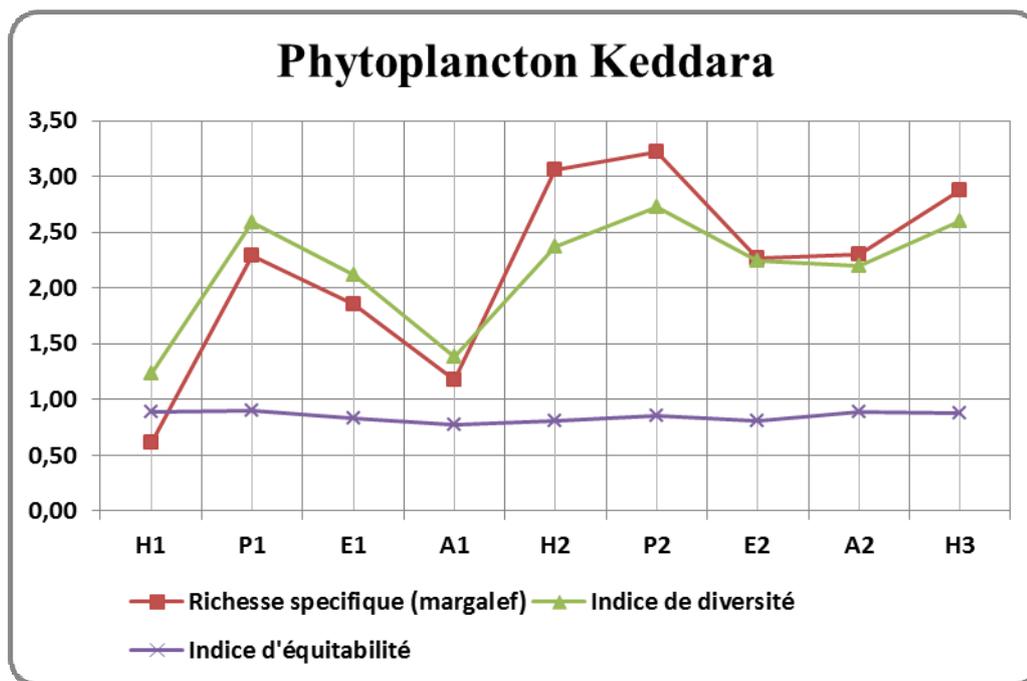


Figure 3.103: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Keddara.

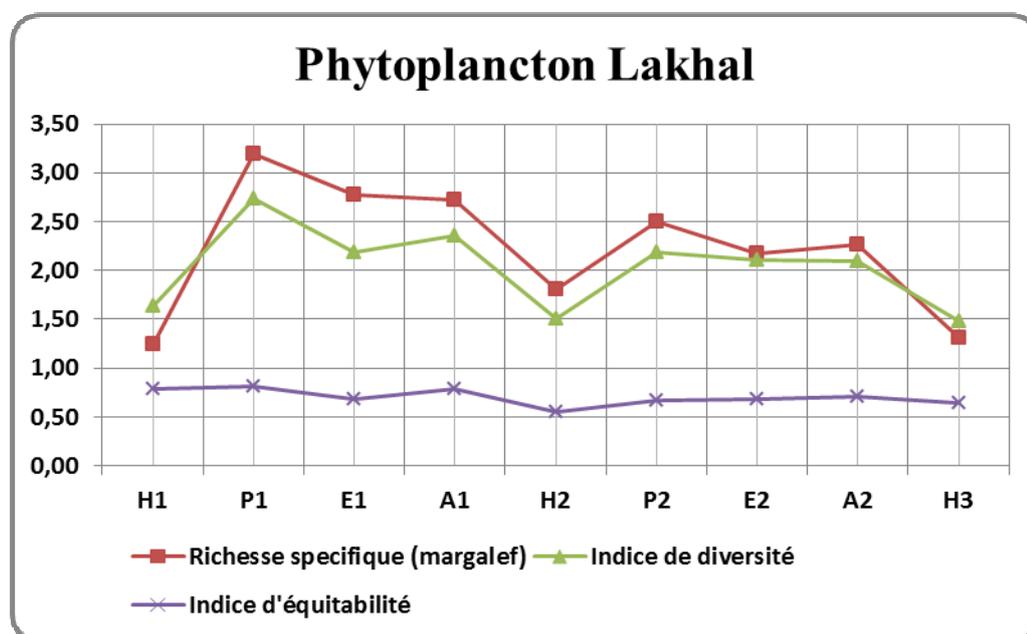
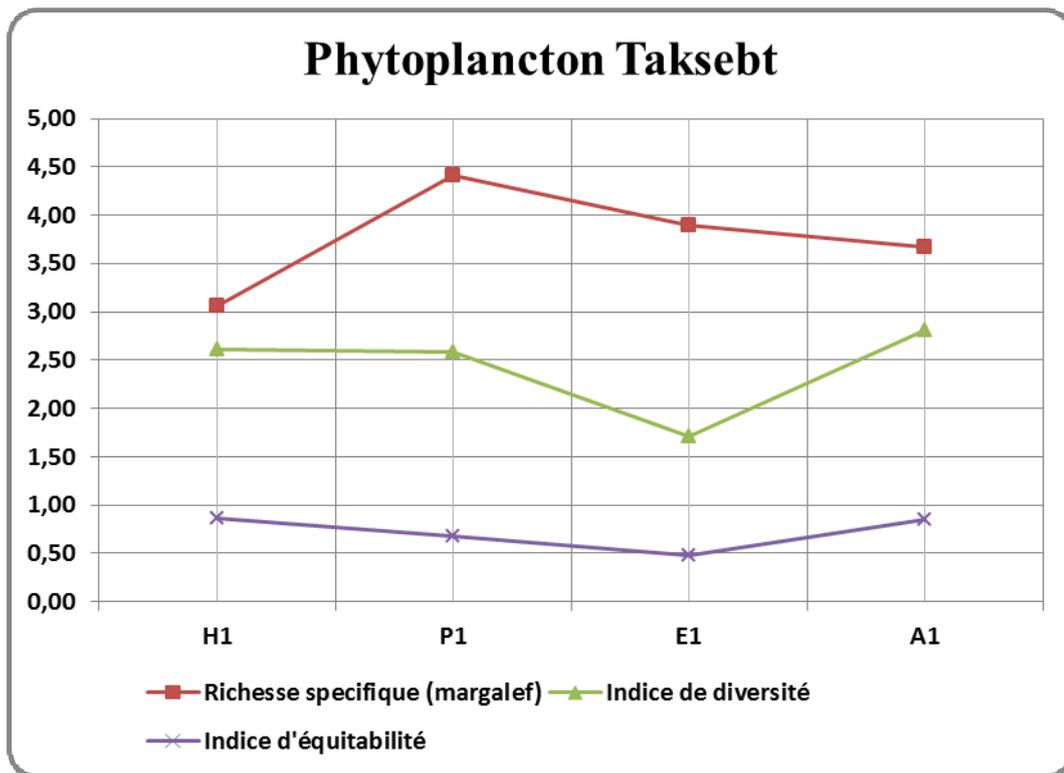


Figure 3.104: Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Lakhal.



**Figure 3.105:** Evolution saisonnière des indices de diversité, de l'équitabilité et de l'indice de Margalef du peuplement algal dans le réservoir de Taksebt.

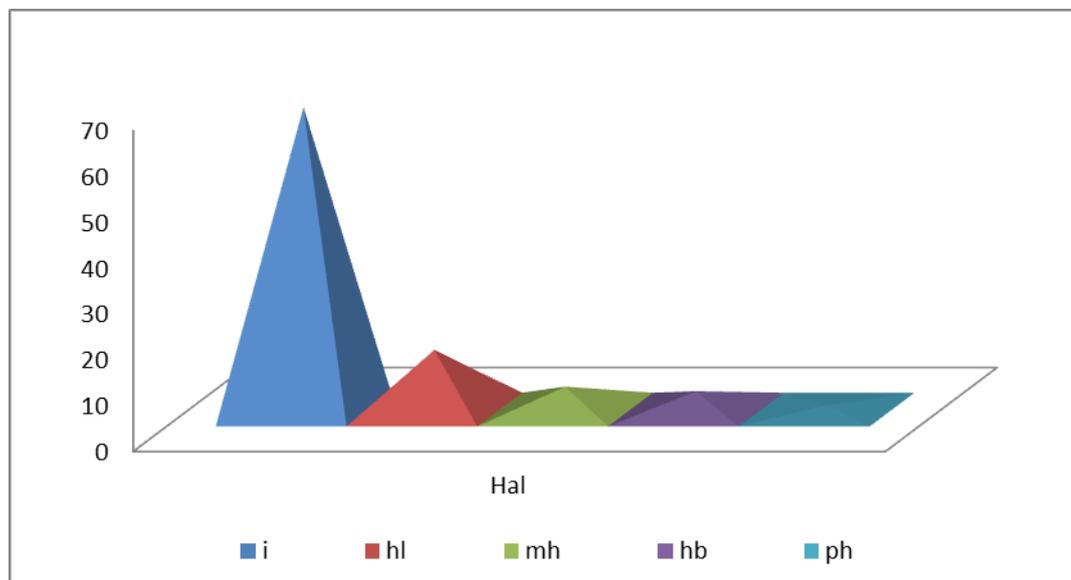
### 3.3.9 Analyse écologique :

Sur la base des études de Barinova et *al.*, [623 ; 624 ; 625 ; 626 ; 627 ; 628 ; 629] et Tavassin et *al.*, [630,631], une approche de l'analyse écologique du phytoplancton a été faite (Voir Tableau Appendice 4).

Les indicateurs de salinité, principalement les algues ont été analysés en utilisant la classification proposée par Kolbe [632] et développée par Hustedt [633]. Cette classification est largement utilisée dans la bioindication des conditions environnementales [634]. Elle divise les espèces indicatrices en quatre groupes: (1) Polyhalobes, vivant dans les eaux hypersalines 30‰ à 40‰, (2) Euhalobes, habitant les eaux marines 20 à 40 ‰, (3) Mésohalobes, les espèces appartenant aux eaux saumâtres, les mers continentales et les estuaires avec une salinité allant de 5 à 20‰, (4) Oligohalobes, des eaux douces ou légèrement salines à salinité allant de 0 à 5‰, divisées en quatre sous groupes: a) halophiles, essentiellement les espèces d'eau douce mais supportant une concentration légèrement plus élevée de NaCl, b) indifférentes,

espèces généralement d'eau douce, c) halophobes, strictement d'eau douce, qui périssent avec une légère hausse de NaCl.

Les indicateurs de salinité (89 espèces, 22.36% du total récolté) ont été classés en cinq groupes écologiques (Figure 3.106). Les plus nombreux sont les « indifférents » d'un grande tolérance aux fluctuations de la salinité, il s'agit notamment des espèces comme *A. spiroides*, *Gyrosigma acuninatum*, *Cladophora glomerata* etc. Beaucoup moins importantes, les espèces halophiles sont représentées par 13 espèces. Fait remarquable, la flore algale de notre région d'étude contient également deux espèces polyhalobes qui préfère habituellement les eaux marines ou saumâtres, il s'agit de *Microcoleus chtonoplastes* et de *Navicula transitans*.

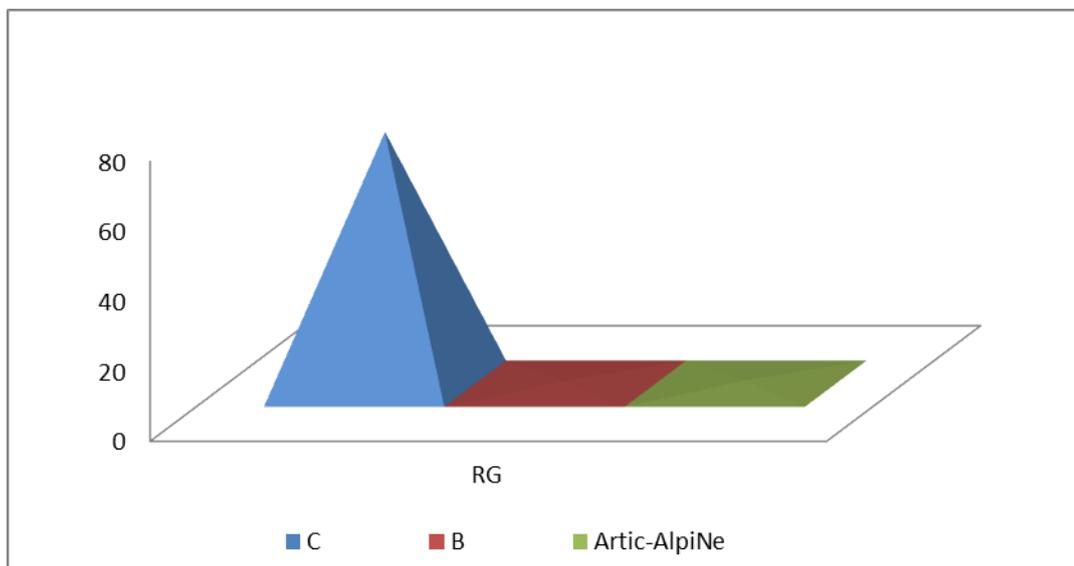


**Figure 3.106:** Nombre d'espèces par groupes d'indicateurs de la salinité [633] dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en Appendice 4).

La distribution des espèces sensibles au pH qui peuvent être bioindicatrices pour cette variable est analysée selon la classification proposée par Hustedt [635]. Son système de classification comprend 11 groupes de pH allant d'alkalibionte (survivant à  $\text{pH} > 8$ ) à acidobionte (survivant à un  $\text{pH} < 5$ ). Les indices de saprobité les plus utilisés actuellement sont ceux de Pantle et Buck [636] modifié par Sladeczek [637 ; 638], et celui de Watanabe et *al.*, [639] avec trois groupes d'indicateurs de pollution organique croissant: saproxène, eurysaprobe et polysaprobe.

Notre analyse écologique a révélé que sur les 398 taxons, 134 espèces (33.66%) sont des indicateurs de l'environnement tels que l'habitat, la température, l'oxygénation, le pH, la salinité et la saprobité (voir Tableau en Appendice 4). Chaque algue a été évaluée à l'égard de son importance pour la bioindication et ainsi les réactions des écosystèmes aquatiques à l'eutrophisation.

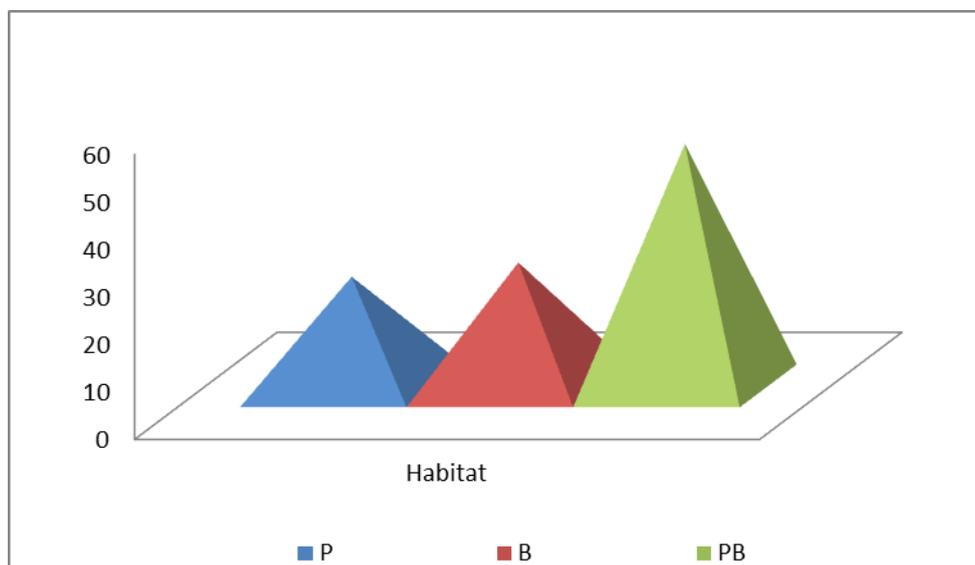
Les zones géographiques du phytoplancton récolté sont connues pour 74 espèces, environ 18.59% du total de la diversité des espèces. Notre analyse révèle que la plupart des espèces sont très répandues ou cosmopolites soit environ 97.29%. Une seule espèce rare est d'origine boréale, *Aulacoseira distans* et une autre est d'origine arctique-alpine, *Melosira italica* (Figure 3.107).



**Figure 3.107:** Répartition géographique de toutes les algues récoltées dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en Appendice 4).

Dans l'analyse écologique, les espèces d'algues de la zone d'étude ont été regroupées vis-à-vis de leur habitat. Cette étude a concerné 100 espèces, les planctoniques-benthiques (PB) sont représentées par 51 espèces soit un pourcentage de 51% des espèces caractéristiques par leur habitat. 26 espèces sont benthiques (B) soit 26%. 23 espèces sont planctoniques soit 23% des espèces récoltées (Figure 3.108). Les indicateurs des conditions de température comprennent 25 espèces (8.29% de la totalité de la diversité

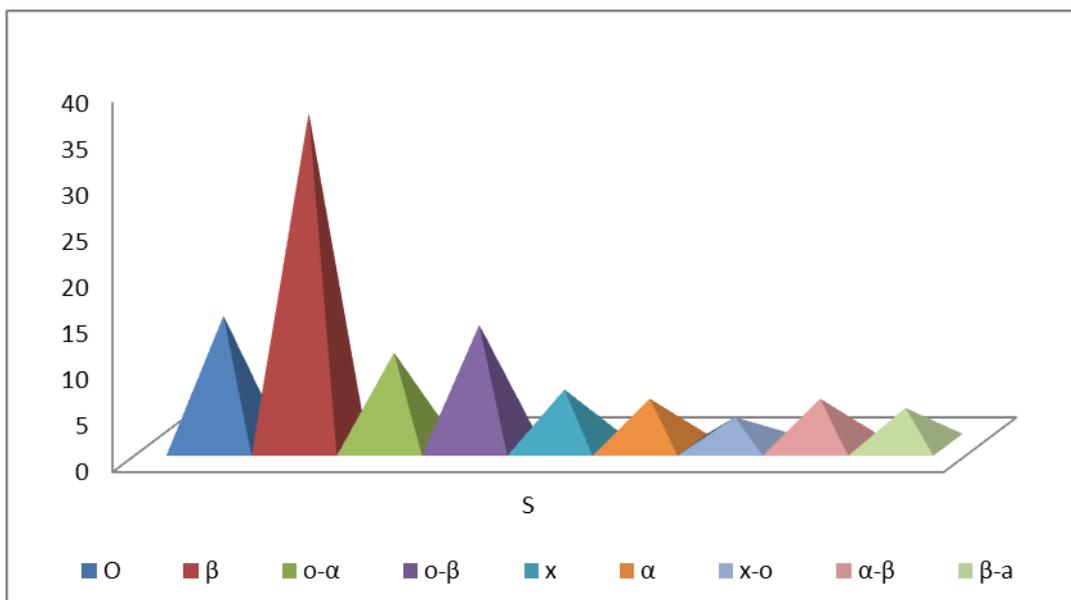
spécifique) ce qui n'est pas suffisant pour une analyse détaillée, bien que les espèces tempérées et eurythermes ont prévalu dans cette étude.



**Figure 3.108:** Nombre d'espèces par types d'habitat dans la région d'étude.  
(Symboles comme dans le tableau en Appendice 4).

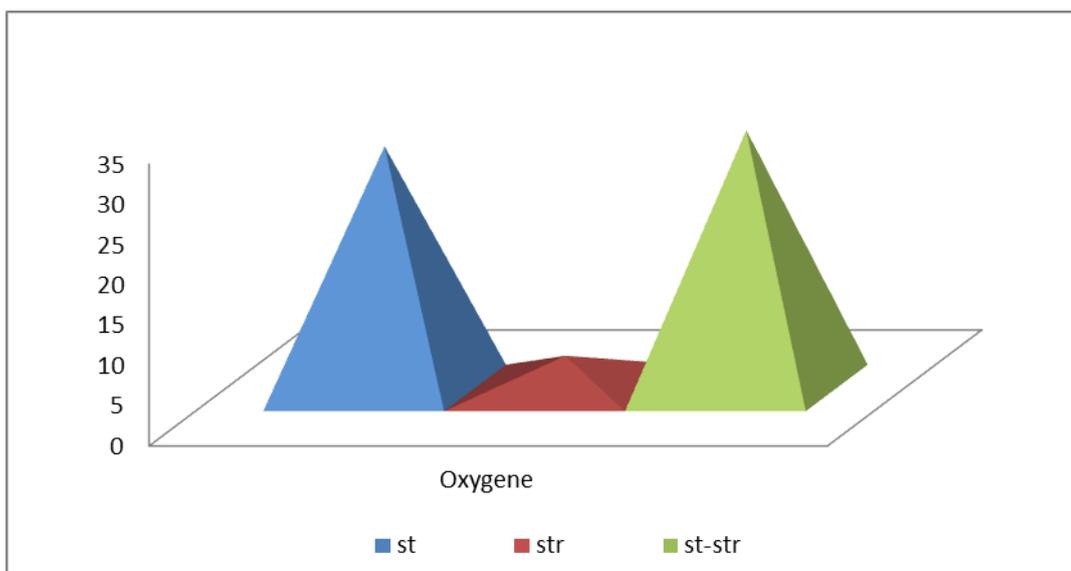
Les évaluations du niveau de pollution organique, fondées sur le système de Watanabe et *al.*, [639] a révélé 30 espèces indicatrices (7.53%) représentant toutes les classes mais avec une forte prévalence de eurysaprobiontes (espèces capables de supporter de grandes variations de pollution) (Figure 3.109). Parmi les espèces saproxènes (espèce très polluo-résistante), *Nitzschia palea*, *Cyclotella meneghiniana* et *Amphora ovalis*.

Les indicateurs de la pollution organique de Pantle et Buck [636] comprennent dans cette étude 96 espèces (24.12%) en fonction du gradient de saprobité. La plupart des représentants parmi eux sont les principaux groupes de beta-mésosaprobiontes (espèce relativement polluo-résistante) (9.04%), oligosaprobiontes (espèce faiblement polluo-résistante) (3.51%) et oligo-beta-mésasaprobiontes (3.26%). Les autres groupes sont moins importants (Figure 3.109). Cette répartition des espèces saprobiontes témoigne d'une forte hétérogénéité de la région étudiée en ce qui concerne la pollution organique (*voir indice de Palmer*).



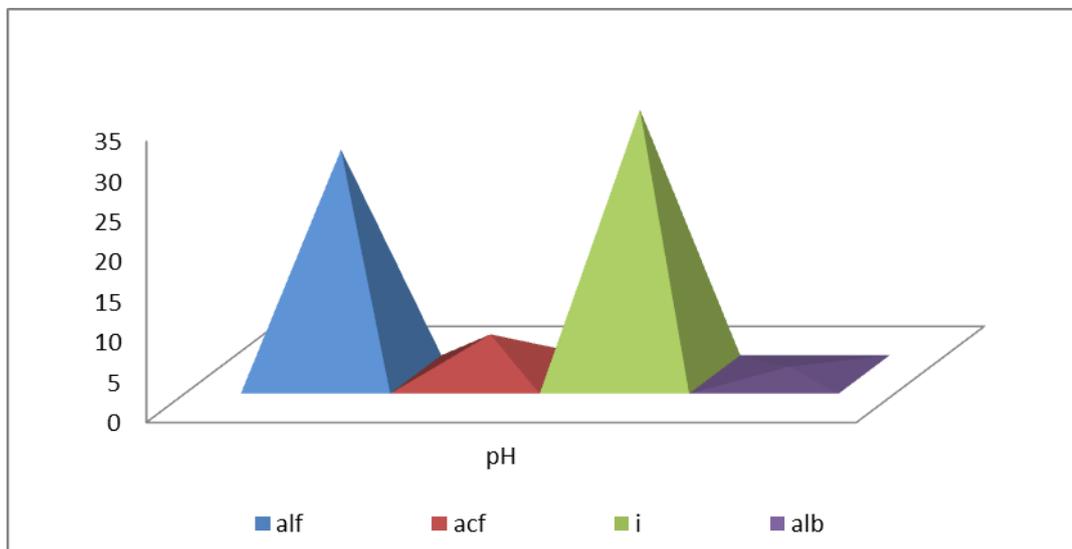
**Figure 3.109:** Nombre d'espèces par groupe d'indicateurs de saprobité, selon la méthode de Watanabe et *al.*, [639] dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en Appendice 4).

Il y a 66 espèces (16.58%) indicatrices de l'état de l'eau et de son oxygénation (Figure 3.110). La plupart des espèces préfèrent des eaux calmes à modérées (32) pour les eaux très calmes (30 espèces). Il n'y a eu que quatre espèces caractéristiques d'un taux élevé dans le flux et pour des niveaux d'oxygène élevé. L'espèce la plus abondante est *Gomphonema parvulum*.



**Figure 3.110:** Nombre d'espèces par groupes indicateurs d'oxygénation dans la région d'étude. (Symboles comme dans le tableau en Appendice 4).

Quatre groupes d'indicateurs de pH ont été énumérés dans cette étude concernant 67 espèces soit 16.83% du nombre total des espèces. Les espèces indifférentes comprennent 33 espèces (49.25% des espèces indicatrices et 8.29 des espèces totales). Les espèces alcaliphiles se présentent avec 28 espèces (41.79% et 7.03% des taxons des algues) (Figure 3.111). La plupart d'entre elles appartiennent aux Diatomées. Les alkalibiontes tolérant une alcalinité excessive ( $\text{pH} > 7$ ) sont représentés par une seule espèce, *Melosira italica*. Les espèces acidophiles ( $\text{pH} < 5$ ) sont représentées par cinq espèces: *Aulacoseira distans*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Urosolenia eriensis* et *Frustulia rhomboides*.



**Figure 3.111:** Nombre d'espèces par groupes d'indicateurs acidophilie selon Hustedt [633]. (Symboles comme dans le tableau en Appendice 4).

### 3.3.10 Détermination de l'état trophique des masses d'eau par la communauté phytoplanctonique :

Les indices de pollution des eaux sont couramment utilisés pour la détection et l'évaluation du degré de pollution de l'eau. Certaines de ces classifications trophiques sont fondées sur la communauté phytoplanctonique [640]. Palmer [641] a présenté la liste des algues qui sont importantes dans un lac eutrophe. Ces espèces sont *Merismopedia*, *Anabaena*, *Microcystis*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Rivularia*, *Chroococcus*, *Ceratium hirundinella*,

*Closterium*, *Cosmarium*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Asterionella formosa*, *attenuatum Gyrosigma*, *Melosira granulata*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Tribonema* et *Euglena*.

Il existe une liste des espèces de phytoplancton produite par Hutchinson [642] pour caractériser les différents états trophique des masses d'eau. Selon ses travaux, un lac oligotrophe est caractérisée par la présence de certains genres dont les plus communément retrouvés sont : *Staurastrum*, *Cyclotella* et *Dinobryon*. *Pediastrum* et *Peridinium* sont indicateurs d'un état mésotrophe et eutrophe tout comme *Crucigenia*, *Dictyosphaerium* et *Tetraedra* sont des indicateurs de l'état d'eutrophisation. *Asterionella* et *Melosira granulata* ont été observées dans un lac oligotrophe ainsi que dans un lac eutrophe [642]. Les travaux de Lepisto et Rosenström [643] ont permis d'identifier comme indicateurs de l'état d'eutrophisation, les espèces *Arthrodesmus* et *Diatoma vulgare* considérées comme espèces oligotrophes dans Tolotti [644].

Dans cette étude, trois indices biologiques ont été utilisés comme suit:

#### 3.3.10.1 Indice de pollution algal de Palmer [645] :

Palmer a développé une méthode pour déterminer le niveau de pollution organique par l'étude des algues (genres) présentes dans un échantillon d'eau. Un indice de pollution de 1 à 5 a été attribué à chacun des 20 types d'algues qui sont les plus tolérantes à la pollution organique (voir Tableau 3.46).

Les algues qui ont une tolérance maximale possèdent un indice de pollution égale à 5, les moins tolérantes ont un indice de pollution inférieure à 5. Toutes les algues qui ne figurent pas dans le tableau ont un indice de pollution de zéro.

Si le total des indices de pollution est  $\geq$  à 20, il indique une forte pollution organique.

Si le total est  $\leq$  à 15, il indique généralement une faible pollution organique.

Si le total est compris entre 16-19, il indique une pollution organique modérée.

Tableau 3.46: Indice de pollution algal (genres)

Genre	Indice de Pollution	Genre	Indice de pollution
<i>Anacystis</i>	1	<i>Micractinium</i>	1
<i>Ankistrodesmus</i>	2	<i>Navicula</i>	3
<i>Chlamydomonas</i>	4	<i>Nitzschia</i>	3
<i>Chlorella</i>	3	<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Closterium</i>	1	<i>Pandorina</i>	1
<i>Cyclotella</i>	1	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Phormidium</i>	1
<i>Gomphonema</i>	1	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Lepocinclis</i>	1	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Melosira</i>	1	<i>Synedra</i>	2

En calculant cet indice pour les différents sites étudiés, nous obtenons les valeurs suivantes (Tableau 3.47):

Tableau 3.47: Classification des sites en fonction de l'indice de Palmer [645]

LE	TA	BO	KE	GR	CH
35	35	42	34	18	26
forte pollution organique	forte pollution organique	forte pollution organique	forte pollution organique	pollution organique modérée	forte pollution organique

Selon la classification de Palmer définit pour les algues, la qualité de l'eau de Boukourdane a été classée comme une eau potable très polluée. La

valeur minimale a été enregistrée dans le site 5 (lac de Ghrib) (Tableau 3.47). Cette valeur est en partie due au nombre réduit d'espèces d'algues.

### 3.3.10.2 Indice de pollution alguale de Nygaard [646]:

En 1949, Nygaard [646] proposa cinq indices pour évaluer la pollution organique sur la base d'un groupe d'algues qui possèdent des tolérances différentes vis-à-vis de la pollution organique.

Pour calculer cet indice, tous les genres d'algues présents dans les échantillons d'eau doivent être identifiés.

Le statut d'oligotrophie ou d'eutrophie peut-être déterminé par les valeurs fournies par Nygaard [646] (Tableau 3.48).

Tableau 3.48: Indice trophique de Nygaard

Indice	Calcul	Oligotrophie	Eutrophie
Cyanophycées	<u>Cyanophycées</u> Desmidiées	00-0.4	0.1-3.0
Chlorophycées	<u>Chlorococcales</u> Desmidiées	00-0.7	0.2-9.0
Diatomées	Diatomées <u>centrales</u> Diatomées pennales	0.0-0.3	0.0-1.75
Euglénophycées	<u>Euglénophycées</u> Myxophycées +chlorococcales	0.0-0.7	0.0-1.0

En calculant cet indice pour les six plans d'eau, on obtient le tableau suivant :

Tableau 3.49: Indice de trophie de Nygaard pour les différents réservoirs échantillonnés.

Sites d'étude	Indice Cyanobactéries	Indice Chlorophycées	Indice Diatomées	Indice Euglénophycées
LE	2.23	3.41	0.33	0.17
TA	1.31	2.27	0.31	0.21
KE	2.1	1.8	0	0.10
GR	2.16	2.33	0	0.07
BO	1.45	1.27	0.09	0.2
CH	0.66	1.08	0.33	0

L'indice des Cyanobactéries des plans d'eau de cette étude se range de 2.23 à 0.66 ceci indique que la plupart des lacs et surtout celui de Lakhal (LE) sont de nature eutrophe. Le calcul de l'indice des Chlorophycées varie de 3.41 à 1.08, ceci suggère que les lacs et l'oued sont en stade d'eutrophie.

Les valeurs de l'indice des Diatomées sont toujours inférieures à 1 et montrent que les lacs et l'oued sont de nature oligotrophe, alors que l'indice des Euglénophycées calculé pour l'ensemble des lacs classe les réservoirs et l'oued comme oligotrophes. Cette différence dans la classification est due probablement à la pauvreté en richesse spécifique des Euglénophycées (Tableau 3.49).

Les valeurs du quotient composé « Compound quotient » CQ obtenues indiquent le degré de pollution [647]. Selon cet auteur, la formule utilisée est la suivante :

$$\text{CQ} = \text{Cyanophycées} + \text{Diatomées} + \text{Chlorococcales} + \text{Euglénophycées} + \text{Desmidiées}$$

La valeur obtenue varie comme suit :

- CQ = < 2                      Oligotrophe
- CQ = 2- 6                      Mésotrophe
- CQ = > 6                      Eutrophe

Tableau 3.50: Valeurs du CQ pour les différents plans d'eau.

sites	LE	TA	KE	GR	BO	CH
CQ	7.64	4.59	4.3	4.83	2.90	2
Statut	eutrophe	mésotrophe	mésotrophe	mésotrophe	mésotrophe	mésotrophe

La valeur du quotient composé est maximale pour le lac Lakhal (LE) indiquant que c'est un lac eutrophe (voir Tableau 3.50). Les autres plans d'eau ont une tendance à l'eutrophie. La faible valeur de l'oued Chiffa est probablement liée à l'absence des Euglénophycées.

### 3.3.10.3 Indice de pollution de Patrick [648] :

Patrick [648] suggère également que les algues pourraient être d'excellents indicateurs de pollution. Il considère l'ensemble des communautés d'algues plutôt que les espèces individuelles pour indiquer la qualité de l'eau. Généralement, les Cyanobactéries et les Euglénophycées sont les plus communs dans les eaux polluées. Alors que la majorité des Desmidiées et des Bacillariophycées préfèrent les eaux claires. L'indice de pollution de Patrick est calculé comme suit :

$$\text{Indice de pollution} = \frac{\text{Bacillariophycées} + \text{Desmidiées}}{\text{Euglénophycées} + \text{Cyanophycées}}$$

En se référant à cet indice, les valeurs calculées sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 3.51: Indice de pollution des différents sites échantillonnés.

Site	valeurs
LE	1.54
TA	1.15
KE	0.96
GR	1.26
BO	2.12
CH	1.51

Les indices de pollution obtenus varient entre 0.96 et 2.12. La valeur la moins élevée (0.96) pour le lac de Keddara indique le point de pollution maximale qui pourrait être due à la décharge des eaux usées des habitations urbaines environnantes dans les oueds Boudouaou et Isser qui alimentent ce lac.

Les lacs de Boukourdane, Lakhal, Taksebt et l'oued Chiffa présentent des valeurs plus élevées (voir Tableau 3.51) indiquant qu'ils sont relativement moins pollués bien que des facteurs anthropiques influencent la biodiversité de ces masses d'eau.

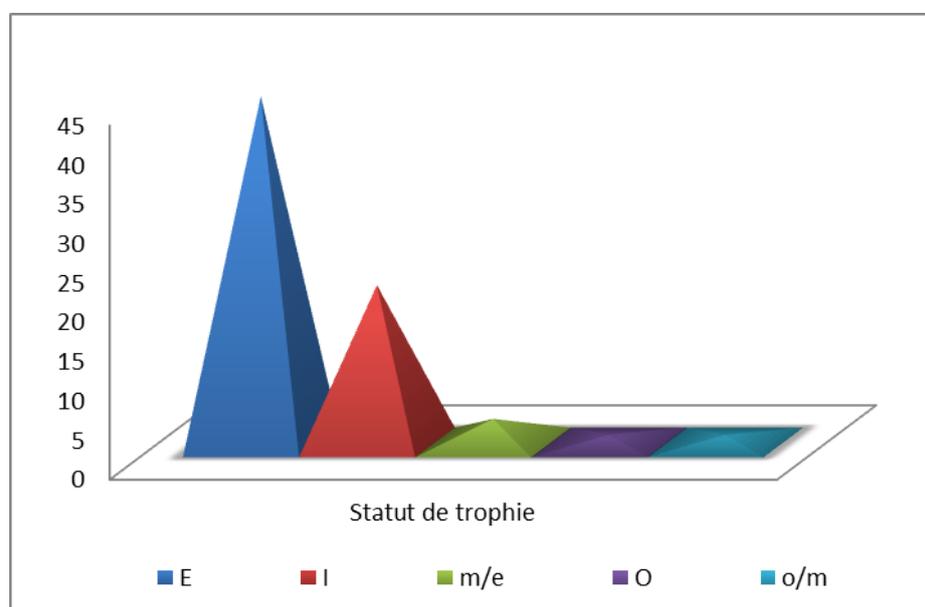
#### 3.3.10.4 Les espèces phytoplanctoniques comme bioindicateurs de l'état trophique :

Nous avons observé la relation entre la composition du phytoplancton et l'état trophique de ces lacs. Les espèces du phytoplancton qui sont capables d'induire des nuisances dans la qualité de l'eau selon Anneville et *al.*, [649 ;

650 ; 651] sont généralement les Cyanobactéries et les Pyrrophytes (Dinophytes). Parmi ces groupes, certains genres sont connus pour former des blooms (*Microcystis*, *Anabeana*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Peridinium* et *Ceratium*). Par ailleurs, ces espèces présentent des spécificités morphologiques qui leur permettent de s'échapper du pâturage par le zooplancton.

Sur la base des études de Barinova et *al.*, [623 ; 624 ; 625 ; 626 ; 627 ; 628 ; 629] nous avons établi une liste des espèces de phytoplancton qui sont caractéristiques des différents niveaux trophiques. Sur les 398 espèces identifiées dans les lacs étudiés, 69 espèces pourraient être utilisées comme indicateur de l'état trophique de nos lacs (Figure 3.112, Tableau voir Appendice 4) :

- Eutrophe (E): 44 espèces;
- Méso-trophes à eutrophes (m/e): 3 espèces;
- Méso-trophes à oligotrophes (o/m): 1 espèce;
- Oligotrophes (o): 1 espèce;
- Indifférentes (I) : 20 espèces.



**Figure 3.112:** Nombre d'espèces caractéristiques de l'état trophique des lacs étudiés

### 3.3.11 Analyse statistique :

Pour chacun des lacs, une analyse canonique des correspondances décentrée (DCCA) et une analyse de redondance (RDA) ont été également effectuées pour étudier la répartition des échantillons phytoplanctoniques. Une approche globale a été menée initialement pour déterminer la contribution de la physico-chimie (15 variables) et des saisons (hiver, printemps, été et automne) pour les modèles de la structure de la communauté du phytoplancton des lacs. Pour cette analyse, toutes les variables de l'environnement (physico-chimie, saison) ont été incluses dans le modèle,

Les espèces dont les abondances sont très basses ont été éliminées à partir des données avant l'analyse.

#### ➤ Lac de Boukourdane :

La DCCA a montré qu'il y avait une importante tendance temporelle dans la variation des paramètres environnementaux dans le réservoir de Boukourdane. Le premier axe explique 35.3% et avec le second axe 59.7% de la variance totale (voir Tableau 3.52). Le premier axe a été principalement associé à la température. Il a été associé également à des changements des nitrites, de l'azote ammoniacal, des chlorures et des orthophosphates. Le deuxième axe était associé aux variables comme l'oxygène dissous, la conductivité électrique, les ions calcium et magnésium, les sulfates et la chlorophylle a.

Les saisons estivales et automnales très proches de l'axe 1 ainsi que la saison hivernale regroupée dans la partie positive de l'axe 1 semblent être influencées par la température alors que les saisons printanières proches ou sur l'axe 2 semblent être influencées par le pH, la conductivité électrique, les différents ions et une concentration élevée en chlorophylle a.

**Tableau 3.52:** Les statistiques pour les deux premiers axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton du lac Boukourdane

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.186	0.080	0.017	0.006	0.518
Lengths of gradient	: 1.787	1.010	1.197	1.088	
Species-environment correlations	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 35.9	51.3	54.7	55.8	
of species-environment relation:	35.3	59.7	0.0	0.0	

Cette analyse a permis de mettre en évidence une succession saisonnière de trois assemblages (Figure 3.113):

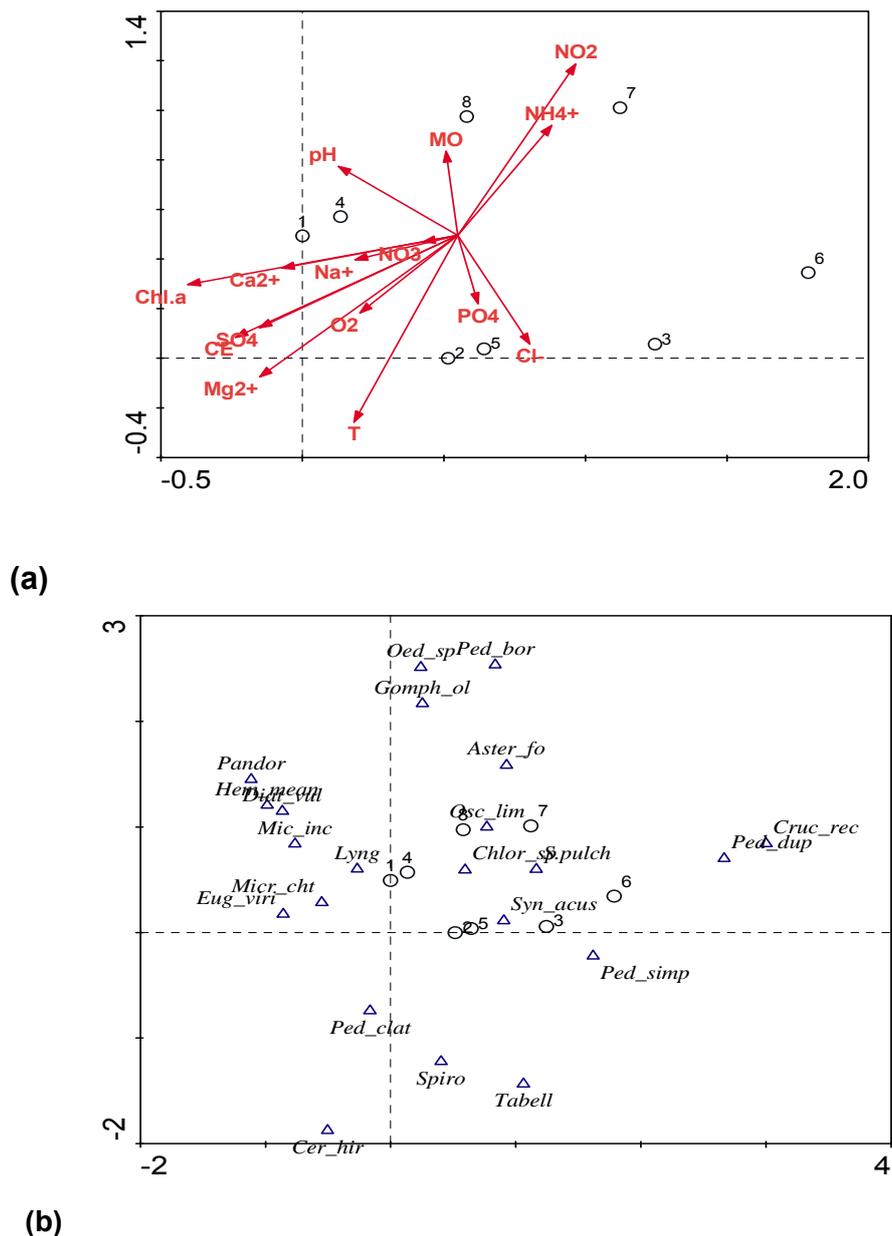
- L'assemblage A est caractéristique à la fois de la saison estivale et de la saison automnale. Il est composé essentiellement de Dinophytes *Ceratium hirundinella*, de Chlorophycées *Pediastrum simplex*, *Pediastrum clathratum* et *Spirogyra crassa* et d'une Bacillariophycée Pennale *Tabellaria sp.*. Les espèces présentes surtout en automne sont des Bacillariophycées Pennales comme *Synedra acus*, *S. pulchella* et des Chlorophycées comme *Pediastrum duplex*, *Crucigenia rectangularis* et *Chlorella sp.*
- L'assemblage B est représentatif de la saison hivernale. Il est constitué d'espèces de Cyanobactéries *Oscillatoria limnetica*, de Chlorophycées comme *Oedogonium*, *Pediastrum boryanum* et de Diatomées *Gomphonema olivaceum* et *Asterionella formosa*.
- L'assemblage C représente la saison printanière caractérisée par la présence de Cyanobactéries (*Microcystis incerta*, *Lyngbya sp.*, *Microcoleus chthonoplastes*); d'Euglénophytes (*Euglena viridis*); de Chlorophycées (*Pandorina sp.*, *Hemitoma meandrocystis*) et d'une Bacillariophycée (*Diatoma vulgare*).

L'analyse de la RDA a mis en évidence les relations entre les espèces phytoplanctoniques et les variables environnementales (Tableau 3.53). Les résultats sont affichés sous la forme d'une coordination biplot dans laquelle les paramètres physico-chimiques sont représentés par des flèches rouges et les

taxons par des flèches bleues (Figure 3.114). La force d'un gradient environnemental peut être déduite par la longueur de la flèche, par conséquent, plus la flèche est grande plus la relation est forte. De même, la relation entre les taxons et les gradients environnementaux peut être déduite de leur position par rapport à ce gradient. Les taxons dont les flèches sont à proximité d'un gradient d'un paramètre environnemental sont fortement corrélés avec ce gradient [652]. Pour réduire l'encombrement dans le bipolt, seuls les taxons significatifs ont été pris en considération.

Tableau 3.53: Les statistiques pour les deux premiers axes de la RDA réalisée sur le phytoplancton au lac Boukourdane

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues :	0.409	0.246	0.162	0.074	1.000
Species-environment correlations :	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	40.9	65.5	81.7	89.1	
of species-environment relation:	40.9	65.5	81.7	89.1	



**Figure 3.113:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2) - 7(Hiv2) - 8(Hiv3)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en Appendices 5.

L'axe 1 (40.9%) et avec l'axe 2 (65.5%) expliquent une importante variance dans le biplot espèces et paramètres (Tableau 3.53). Toutes les espèces ont été corrélées positivement avec la température et semblent être des espèces eurythermes sauf *Pediastrum duplex* et *Crucigenia rectangularis* qui agissent comme des espèces sténothermes tempérées préférant ainsi des

eaux plus froides. Ces deux espèces ont été les plus corrélées aux nitrites et à l'azote ammoniacal.

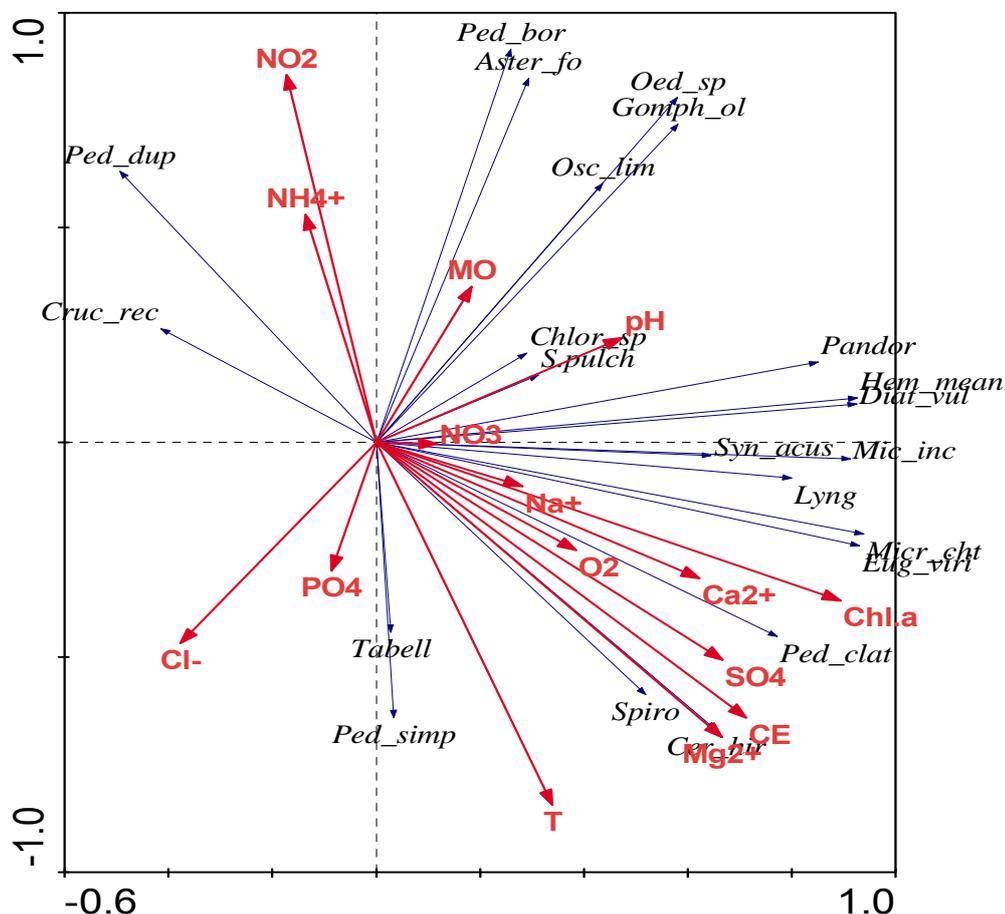


Figure 3.114: Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Boukourdane.

Il en est de même pour *P. boryanum* et *Asterionella formosa*. *Oedogonium* sp., *Gomphonema olivaceum*, *Chlorella* sp., *Pandorina* sp., *Hemitoma meandrocystis*, *Synedra pulchella* et *Oscillatoria limnetica* qui ont été corrélées avec les flèches représentant le pH et la matière organique. *Tabellaria* sp. et *Pediastrum simplex* ont été corrélées à la teneur des orthophosphates et aux chlorures. Les autres espèces ont été corrélées avec la plupart des autres variables comme les ions magnésium, calcium, la conductivité électrique, les sulfates et la chlorophylle a.

➤ Lac de Ghrib :

Les résultats de la DCCA sont présentés sur le tableau 3.54 et la figure n° 3.115.

Tableau 3.54: Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton au lac Ghrib

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.106	0.056	0.005	0.003	0.333
Lengths of gradient :	0.908	1.080	1.014	1.002	
Species-environment correlations:	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	31.9	48.7	50.2	51.0	
of species-environment relation:	31.3	51.4	0.0	0.0	

Les deux premiers axes expliquent 80.7% de la variabilité totale, l'axe F1 explique 31.3% et avec l'axe F2 51.4%.

Les saisons printemps et été ont été les plus corrélées directement à l'axe 1 alors que les saisons automne et hiver se sont regroupées dans la partie positive de l'axe 1 sauf pour la première saison automnale qui forme un ensemble séparé des autres. Ces saisons ont été influencés par de nombreux paramètres physico-chimiques, la température, le pH, la conductivité électrique, les ions calcium et sodium, les sulfates, la chlorophylle a et les composés azotés comme les nitrates et les nitrites.

La DCCA entre la contribution de ces facteurs et les facteurs biotiques (phytoplancton) en fonction des saisons montre une valeur élevée de 51.4% (axe 2). On note deux assemblages :

- L'assemblage A qui caractérise la plupart des saisons confondues, est représenté par les espèces suivantes : *Synedra ulna*, *S. ovata*, *Pleurotaenium trabecula*, *Haemitoma sp.*, *Nitzchia obtusa*, *Oocystis lacustris*, *Coelastrum sp.*, *Closterium aciculare*, *Pediastrum clathratum*, *P. duplex* etc....qui sont corrélées à la température, la conductivité électrique, les chlorures et les composés azotés.

- L'assemblage B caractérise la première saison automnale par des taxons *Ceratium hirundinella*, *Synedra affinis*, *S. sp.*, *Spirogyra crassa*, *Microcystis flos-aquae*, *Vaucheria sp.2* et *Pediastrum simplex*. Ces taxons ont été influencés par les chlorures, les orthophosphates et l'oxygène dissous.

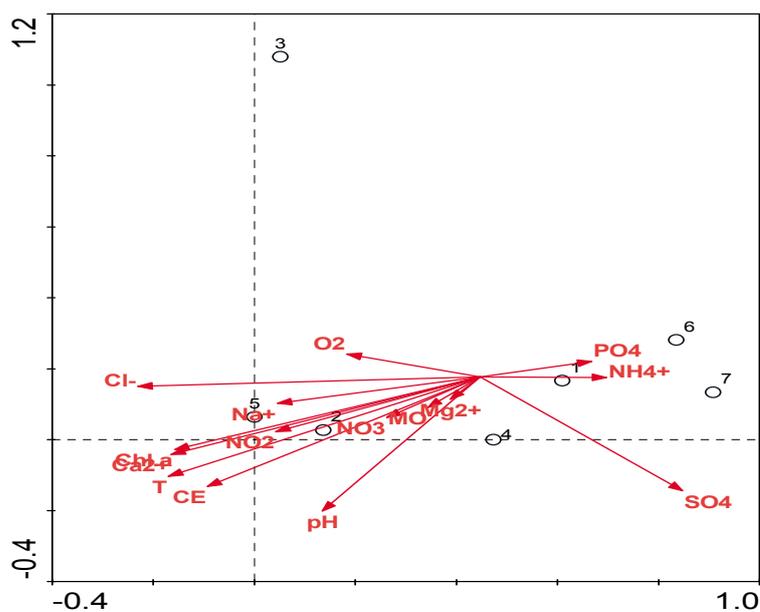
La RDA a permis une interprétation aisée des ordinations par une analyse simultanée des variables abiotiques et biotiques (Tableau 3.55, Figure 3.116).

Tableau 3.55: Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton au lac Ghrib

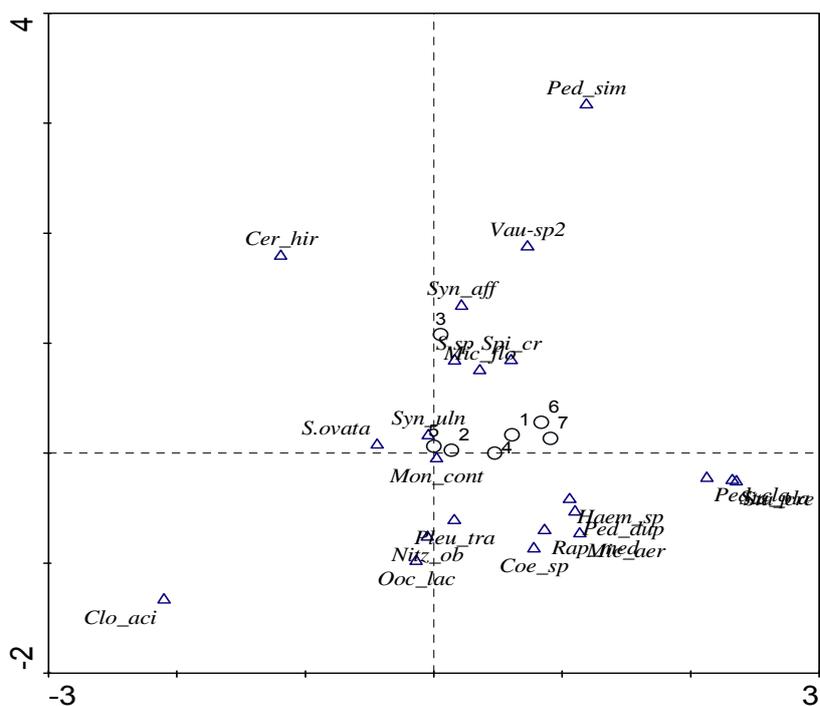
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues :	0.373	0.259	0.147	0.108	1.000
Species-environment correlations :	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	37.3	63.2	77.9	88.7	
of species-environment relation:	37.3	63.2	77.9	88.7	

Les taxons comme *Microcystis aeruginosa*, *Pediastrum clathratum*, *P. duplex*, *P. simplex*, *Staurastrum crenulatum*, *S. planctonicum*, *Vaucheria sp.2*, *Raphidiopsis mediterranea* et *Spirogyra crassa* ont été influencées par les sulfates, les orthophosphates et l'azote ammoniacal. *Pleurotaenium trabecula*, *Synedra affinis*, *Monoraphidium contortum*, *Microcystis flos-aquae*, *Nitzschia obtusa* et *Oocystis lacustris* par les variables environnementales les nitrates et les ions magnésium, alors que *Synedra ovata*, *S. sp.*, *S. ulna*, *Closterium aciculare*, *Coelastrum sp.* et *Ceratium hirundinella* par les paramètres comme la conductivité électrique, les ions calcium et sodium, la température, les chlorures et les nitrites.

Cette analyse nous a permis d'expliquer 37.3% selon l'axe F1 et 63.2% avec l'axe 2 de la variance totale entre les paramètres environnementaux et les taxons phytoplanctoniques.



(a)



(b)

**Figure 3.115:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2) - 5(Eté2) - 6(Aut2) - 7(Hiv2)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en en Appendices 5.

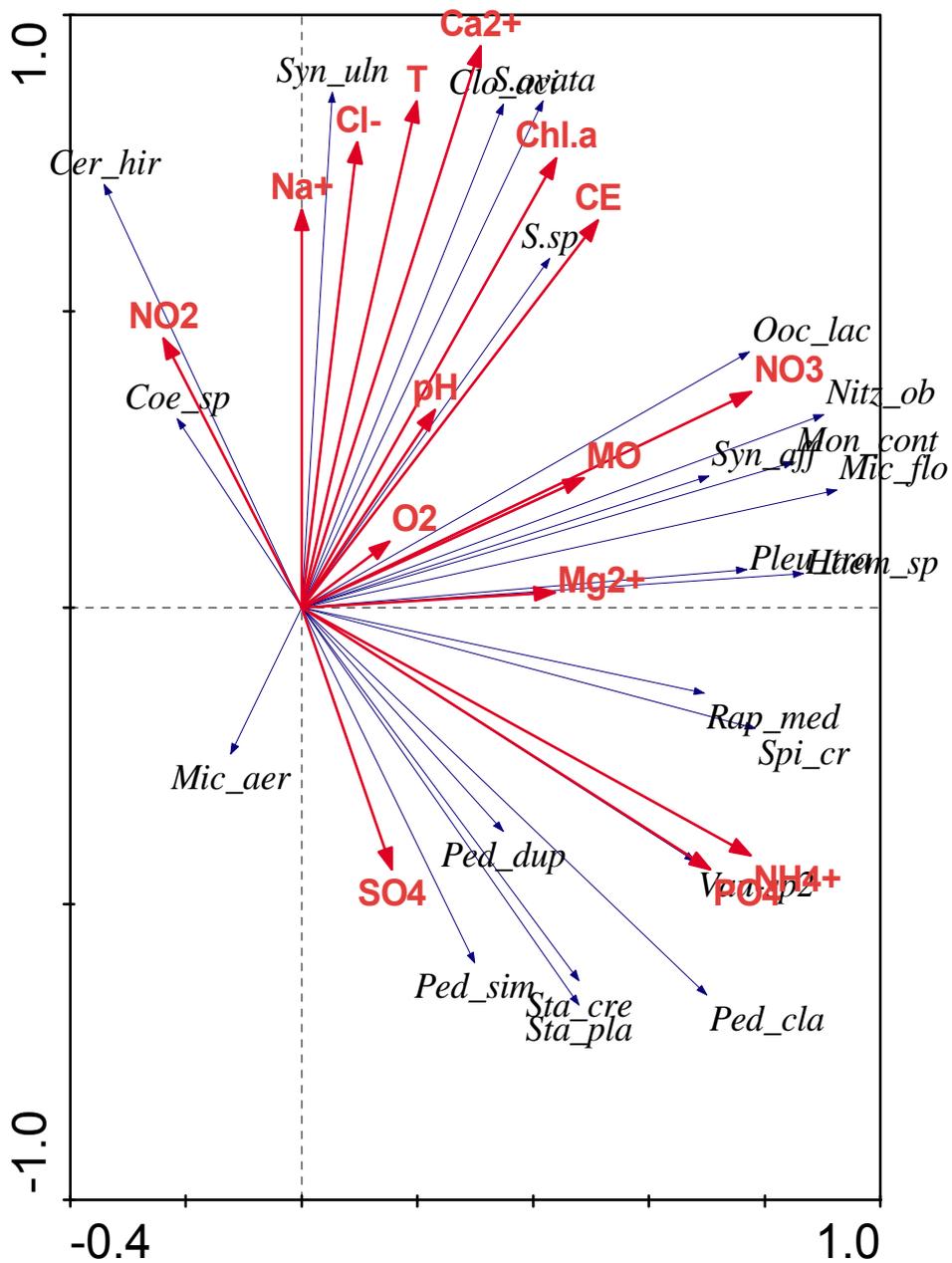


Figure 3.116: Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Ghrib.

➤ Lac de Keddera :

Les résultats de l'analyse statistique de la DCCA sont résumés dans le tableau 3.56 et illustrés par la figure n° 3.117.

Tableau 3.56: Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton au lac Keddera

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.201	0.005	0.000	0.000	0.341
Lengths of gradient :	1.488	0.325	0.325	0.325	
Cumulative percentage variance					
of species data :	58.9	60.3	60.4	60.4	
of species-environment relation:	58.2	61.7			

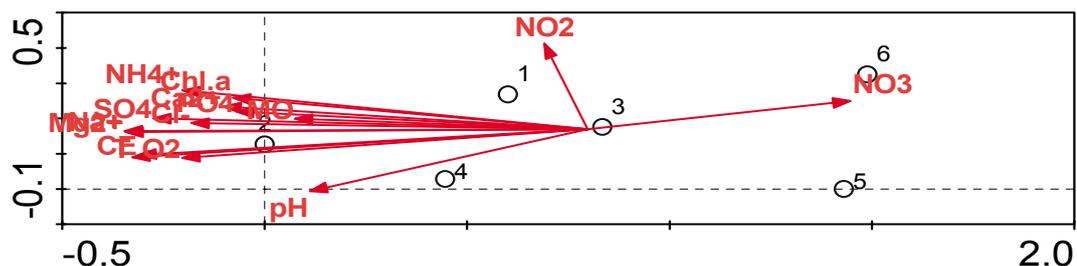
Le diagramme de l'ordination basé sur la DCCA entre les variables environnementales et les saisons a montré que que la plupart des saisons ont été influencées de la même manière par la plupart des variables.

Dans l'ordination de la DCCA, le biplot espèces/saisons a montré 58.2% selon l'axe F1 et 61.7% selon l'axe F2 de la variance totale. Trois assemblages ont pu être caractérisés.

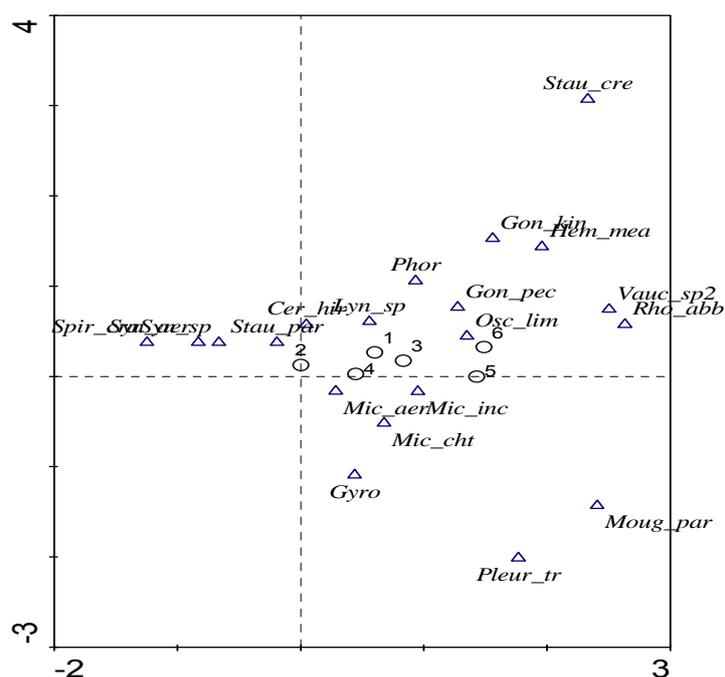
- Assemblage A comprenant les taxons de la saison estivale formé par *Microcystis aeruginosa*, *M. incerta*, *Microcoleus chthonoplastes*, *Gyrosigma sp.*, *Mougeotia parvula* et *Pleurotaenium trabecula*.
- Assemblage B comprenant les taxons de la saison printanière *Spirogyra crassa*, *Synechococcus sp.*, *S. aeruginosa*, *Staurastrum paradoxum*, *Lyngbya sp.*, *Ceratium hirundinella* et *Phormidium sp.*.
- Assemblage C formé d'espèces apparaissant en hiver comme *Oscillatoria limnetica*, *Gonium pectorale*, *Vaucheria sp. 2*, *Rhopalodia abbreviate*, *Hemitoma meandrocystis*, *Gonatozygon Kinahani* et *Staurastrum crenulatum*. Ces dernières ont été fortement influencées par les nitrites.

Dans ces différents assemblages et surtout A et B, toutes les espèces ont été corrélées de la même façon à la plupart des facteurs environnementaux d'où la complexité de reconnaître les taxons de la saison estivale de ceux de la saison printanière.

L'analyse de la RDA (voir Tableau 3.57 et Figure 3.118) a montré le même type d'influence très significative des paramètres environnementaux sur la répartition saisonnière des algues. Notons également que certaines espèces telles qu'*Oscillatoria limnetica*, *Pleurotaenium trabecula*, *Staurastrum crenulatum*,



(a)



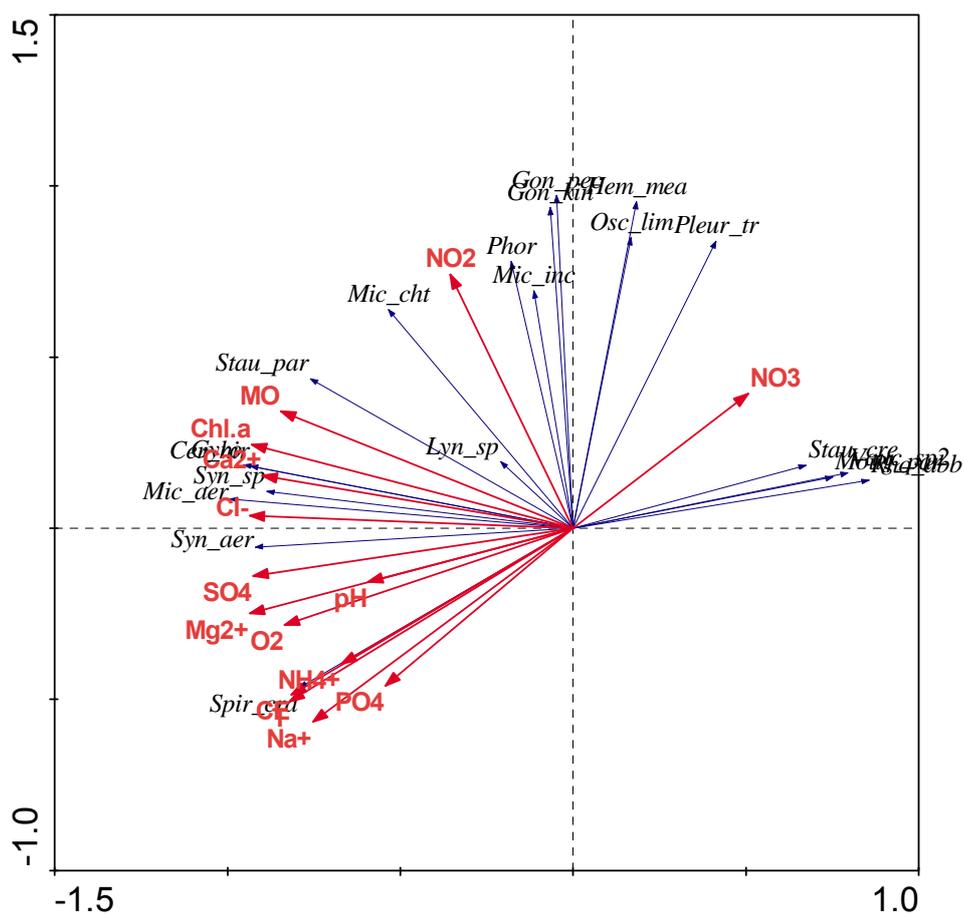
(b)

**Figure 3.117:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3(Print2) - 4(Eté2) - 5(Hiv2) - 6 (Hiv3)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en en Appendices 5.

*Rhopalodia abbreviate* et *Mougeotia parvula* ont été négativement corrélées à la température, l'oxygène dissous, la conductivité électrique, aux orthophosphates et à la plupart des ions; et semblent plutôt influencées par les teneurs en nitrites.

**Tableau 3.57:** Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton du lac de Keddara.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.430	0.315	0.198	0.044	1.000
Cumulative percentage variance					
Of species data	: 43.0	74.5	94.2	98.6	



**Figure 3.118:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Keddara.

➤ Lac de Taksebt :

Les résultats de l'analyse canonique des correspondances détendancée sont résumés dans le tableau n° 3.58.

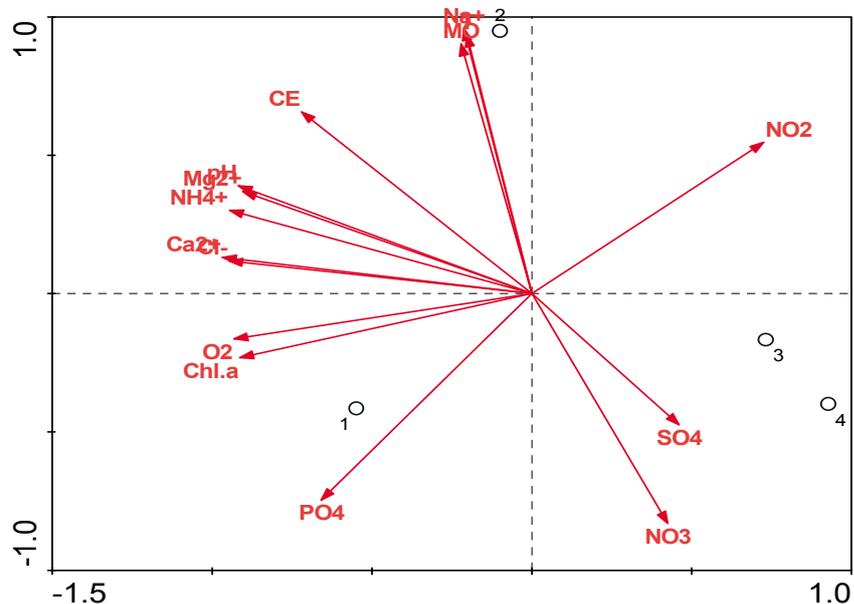
Tableau 3.58: Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton au lac Taksebt.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: 0.194	0.068	0.041	0.000	0.303
Cumulative percentage variance					
of species data	: 64.1	86.5	100.0	0.	

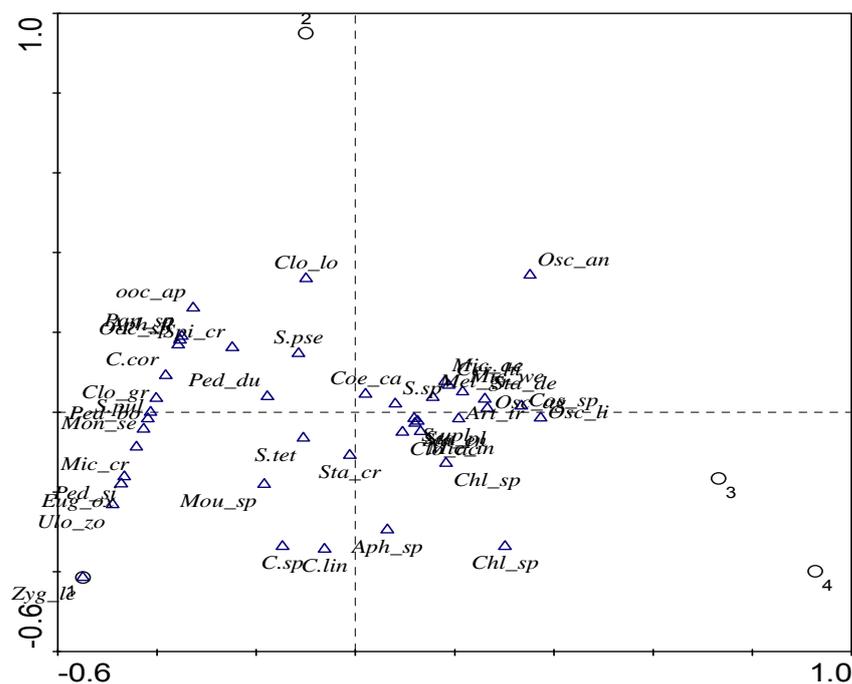
Dans cette analyse, les axes 1 et 2 identifiés par la DCCA ont expliqué 64.1% et 86.5% de la corrélation entre les variables et les espèces, et les valeurs propres sont de 0.194 et 0.068 respectivement. Les biplots en relation avec les gradients environnementaux potentiellement influencés par les saisons a montré que la saison printanière avait une corrélation négative avec l'axe 1. Toutes les autres saisons ont été regroupées dans la partie positive de cet axe. Les nitrates, les nitrites et les sulfates avaient une corrélation positive avec l'axe 1 et ont influencé les saisons automnale et hivernale, toutes les autres variables avaient une corrélation négative et ont influencés les saisons printanière et estivale. En été, l'axe 2 a été positivement corrélé avec les ions sodium et la matière organique.

Au printemps, plusieurs espèces de phytoplancton, comme *Mougeotia sp.*, *Pediastrum simplex*, *P. boryanum*, *Staurastrum crenulatum*, *S. tetracerum*, *Ceratium lineatus*, *C. sp.*, *Aphanizomenon flosa-quae*, *Zygnema leiospermum*, *Euglena oxyuris*, *Micrasteria crux*, *Monoraphidium setiforme* ont été distribuées à la gauche de l'axe1 et étaient corrélés avec les teneurs en oxygène dissous, des orthophosphates et à la chlorophylle a et corrélées négativement avec le contenu des nutriments et avec les sulfates. Certaines espèces comme *Pediastrum duplex*, *Ceratium cornutum*, *Oocystis apiculata*, *O. sp.*, *Spirogyra crassa*, *Closteriopsis longissima* et *Pandorina sp.* étaient positivement corrélées avec la conductivité électrique, le pH, les ions calcium, magnésium sodium et les chlorures. En automne et en hiver, l'axe 1 a été positivement corrélé avec les nitrates, sulfates et nitrites. La forte influence des nutriments a été vue sur le

biplot des espèces qui ont montré *Chlamydomonas sp.* et *Aphanizomenon sp* (Figure 3.119).



(a)



(b)

**Figure 3.119:** Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Hiv1)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en Appendices 5.

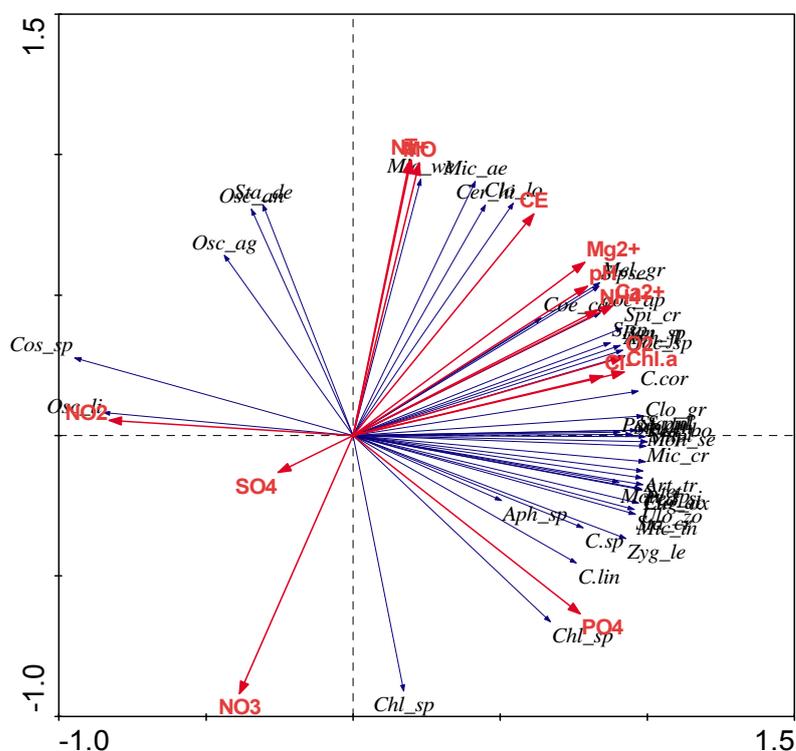
*Arthrodesmus triangularis*, *Oscillatoria limnetica*, *Microcystis aeruginosa* etc.... sont associées à une teneur élevée en nitrates et en nitrites.

La RDA a montré que toutes les espèces ont été corrélées positivement à la plupart des variables environnementales sauf pour *Oscillatoria agardhii*, *O. animalis*, *Staurastrum dejectum* et *Cosmarium sp.* qui ont été corrélées négativement. *O. limnetica* a été corrélée avec la teneur en nitrites alors que les nitrates ont été corrélés négativement par rapport aux espèces récoltés dans ce barrage.

Les axes 1 et 2 identifiés par la RDA ont expliqué 70% et 89.7% de la corrélation entre les variables et les espèces (Tableau 3.59, Figure n° 3.120).

**Tableau 3.59:** Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton du lac de Taksebt.

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.700	0.197	0.103	0.000	1.000
Cumulative percentage variance					
of species data	: 70.0	89.7	100.0	0.0	



**Figure 3.120:** Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Taksebt.

➤ Lac de Lakhal:

Les résultats de l'analyse canonique des correspondances détendancée sont résumés dans le tableau n° 3.60.

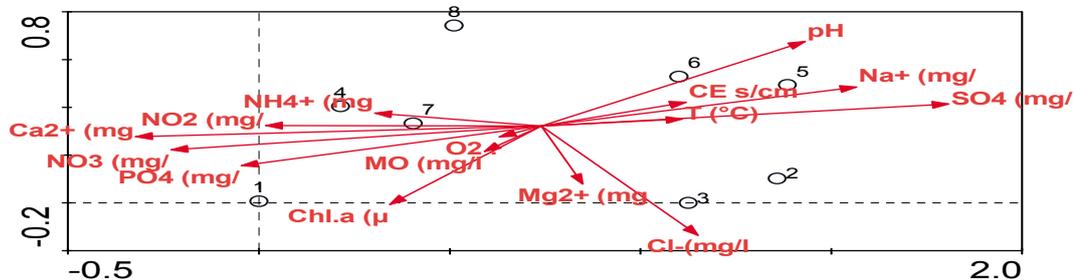
Dans cette analyse, les axes 1 et 2 identifiés par la DCCA ont expliqué 46% et 55.1% de la corrélation entre les variables et les espèces. Cette DCCA a montré que les saisons se regroupaient comme suit : le premier groupe correspond aux deux saisons de l'automne et aux deux saisons de l'été. Ces deux saisons sont influencées par les variables environnementales suivantes : les sulfates, les ions sodium, le pH et les ions chlorures. Le deuxième groupe est représenté par les deux saisons printanières et la première saison hivernale. Les ions calcium, les nitrites et nitrates, les orthophosphates et la chlorophylle a sont les principales variables environnementales qui influencent ces saisons (Figure 3.121).

Tableau 3.60: Les statistiques pour les axes de la DCCA réalisée sur le phytoplancton au lac Lakhal.

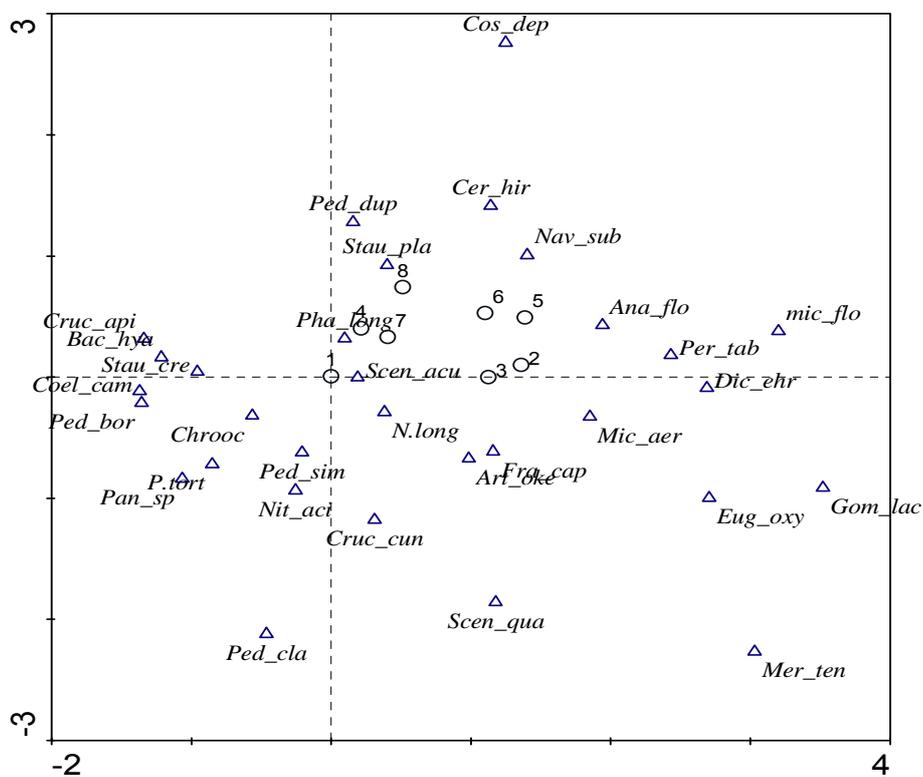
Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.242	0.023	0.004	0.001	0.516
Lengths of gradient :	1.385	0.743	0.742	0.751	
Species-environment correlations :	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data :	46.8	51.2	52.0	52.1	
of species-environment relation:	46.0	55.1	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					0.516

Dans l'ordination de la DCCA, le biplot espèces/saisons a permis de caractériser trois assemblages.

- Assemblage A comprenant les taxons de la saison estivale et celle de l'automne formé par *Anabaena flos-aquae*, *Peridinium tabulatum*, *Microcystis flos-aquae*, *M. aeruginosa* et *Dictyosphaerium ehrenbergianum*.
- Assemblage B comprenant les taxons de la saison printanière et hivernale (H2) *Scenedesmus acutiformis*, *Nitzschia longissima*, *Phacus longicauda*, *Staurastrum planctonicum*, *Pediastrum duplex var. duplex* et *Ceratium hirundinella*.



(a)



(b)

Figure 3.121: Relation entre les variables physico-chimiques et les saisons (a) et les espèces phytoplanctoniques (b) affichées par des triangles. Les saisons sont affichées par des cercles de 1 à 8 (1(Prin1) - 2(Eté1) - 3 (Aut1) - 4(Prin2)- 5(Eté)- 6 (Aut 2)- 7 (Hiv 2)- 8 (Hiv 3)). Les codes pour les variables physico-chimiques et le phytoplancton sont donnés en Appendice 5.

- Assemblage C formé d'espèces indépendamment des saisons comme *Phacus tortus*, *Pediastrum clathratum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Crucigenia cuneiformis*, *Nitzschia acicularis* etc ...

La RDA testée sur les variations du phytoplancton en relation avec les variables physico-chimiques dans le lac Lakhal a montré que les deux premiers axes représentaient 78.1% de la variance. La figure n° 3.122 montre que le premier axe (43.5% de la variance) (Tableau n° 3.61) a été positivement corrélé avec la température, la teneur en oxygène dissous, les nitrites, la conductivité électrique, les ions  $Mg^{2+}$  et corrélé négativement à l'azote ammoniacal.

Les espèces comme *Nitzschia acicularis* et *Chroococcus turgidus*, *Crucigeniella apiculata*, *Coelastrum cambricum*, *Pediastrum boryanum* var. *boryanum*, *Pediastrum simplex* var. *simplex*, *Phacus longicauda*, *Nitzschia longissima* et *Staurastrum crenulatum* ont été corrélés positivement aux variables comme les ions calcium, les nitrites et nitrates, les orthophosphates et la chlorophylle a. Les espèces suivantes: *Crucigenia cuneiformis*, *Euglena oxyuris*, *Ceratium hirundinella*, *Scenedesmus quadricauda*, *Navicula subalpina*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae* etc....sont corrélées positivement à la température, les ions  $Mg^{2+}$ , la conductivité électrique, le pH et la teneur en oxygène dissous. *Arthrospira okensis* est la seule espèce qui se trouve corrélée négativement à tous les paramètres cités précédemment et corrélée positivement avec l'azote ammoniacal (voir Figure 3.122).

**Tableau 3.61:** Les statistiques pour les axes de la RDA réalisées sur le phytoplancton du lac de Lakhal

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.435	0.346	0.119	0.043	1.000
Species-environment correlations	: 1.000	1.000	1.000	1.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 43.5	78.1	90.0	94.3	
of species-environment relation:	43.5	78.1	90.0	94.3	

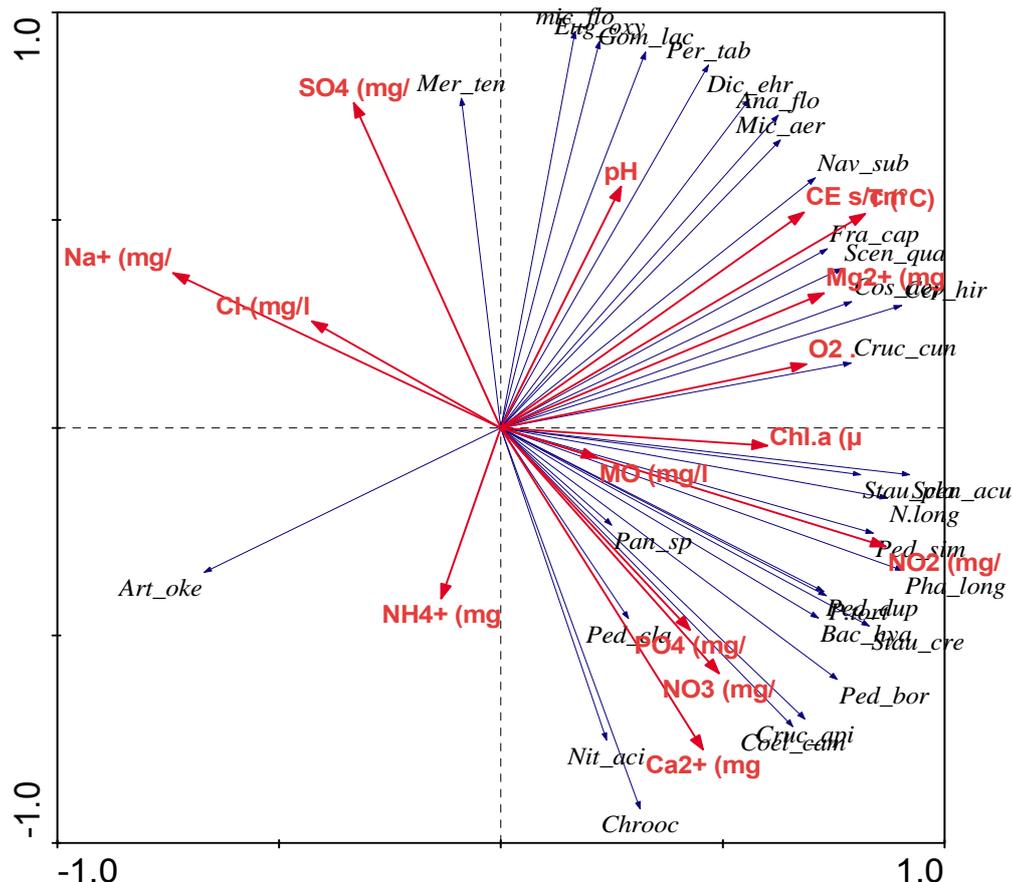


Figure 3.122: Analyse de redondance illustrant les effets des variables environnementales sur le phytoplancton dans le lac de Lakhal.

### 3.3.12 Corrélations entre groupes phytoplanctoniques; entre groupes phytoplanctoniques et variables environnementales :

La corrélation de Pearson a permis de corroborer certains résultats des deux analyses citées précédemment (voir Tableaux en Appendice n° 6).

Les corrélations positives et significatives entre les densités des différents taxons du phytoplancton sont probablement dues à une dynamique saisonnière comparable, alors que les corrélations négatives sont dues à une évolution saisonnière différente. Les communautés phytoplanctoniques présentent des changements significatifs durant l'année, en termes de diversité et de composition. Ces changements que l'on appelle également «successions saisonnières» reflètent les modifications intra-annuelles des conditions

environnementales. En effet, les variations saisonnières du phytoplancton dans ces lacs sont fortement associées au cycle annuel de la température, à la lumière (en quantité et qualité), aux concentrations des nutriments et au broutage.

Par ailleurs, les corrélations négatives ou insignifiantes trouvées entre le phytoplancton et la composition des communautés des Cyanobactéries pourraient refléter des mécanismes de la succession du phytoplancton et de la concurrence entre les espèces [653 ; 654 ; 655].

L'analyse des différents groupes d'algues par rapport aux paramètres physico-chimiques de l'eau ont montré des corrélations différentes.

#### 3.3.12.1. Cyanobactéries et paramètres physico-chimiques :

Ce groupe d'algues a montré une corrélation positive importante avec la température de l'eau dans presque tous les lacs à l'exception des réservoirs de Ghrib et de Boukourdane où on note une corrélation non significative. La valeur la plus élevée est observée dans les lacs de Keddara ( $r= 0.75^*$ ) et de Lakhal ( $r= 0.78^*$ ). Le groupe a montré une tendance positive avec le pH dans tous les réservoirs, une corrélation hautement significative est trouvée dans le lac de Taksebt ( $r= 0.95^*$ ). La conductivité électrique est corrélée positivement avec les Cyanobactéries dans toutes les retenues, la valeur la plus significative est trouvée dans le lac de Taksebt ( $r= 0.88^*$ ), la plus faible corrélation est obtenue dans le réservoir de Lakhal ( $r= 0.17^*$ ).

Des relations positives entre ce groupe et l'oxygène dissous sont trouvées dans tous les sites étudiés ici, le lac de Taksebt présente une valeur plus significative ( $r= 0.94^*$ ). Des corrélations positives et négatives insignifiantes sont trouvées entre ce type d'algues et les nitrates, nitrites et orthophosphates dans les différents barrages étudiées.

Le groupe est positivement corrélé avec le calcium dans les lacs de Keddara ( $r= 0.91^*$ ) et de Taksebt ( $r= 0.89^*$ ) et négativement dans les lacs de Lakhal, de Ghrib et de Boukourdane.

Avec le calcium et le magnésium, ce groupe a montré une tendance positive dans les réservoirs de Keddara et Taksebt. Dans le lac de Boukourdane, le

rapport avec le magnésium était négatif alors que dans le lac de Ghrib, les deux relations ont été négligeables.

Des corrélations hautement significatives ont été trouvées dans les retenues de Keddara ( $r= 0.96^*$ ) et Taksebt ( $r= 0.92^*$ ) entre les Cyanobactéries et la chlorophylle a. Dans les autres sites, cette relation était positive mais insignifiante.

Ce groupe est corrélé positivement avec l'azote ammoniacal dans les réservoirs de Taksebt ( $r= 0.99^*$ ), Ghrib ( $r= 0.60^*$ ) et Keddara ( $r= 0.52^*$ ) et négativement dans les lacs de Lakhal et Boukourdane.

### 3.3.12.2 Chlorophytes et paramètres physico-chimiques :

Les coefficients de corrélation positifs ont été observés pour les Chlorophytes et la température de l'eau dans tous les sites étudiés sauf dans le lac de Keddara ( $r= 0.05^*$ ) et dans le lac de Ghrib ( $r= 0.35^*$ ) où les corrélations observées sont insignifiantes.

Les corrélations avec le pH ne sont pas positives dans tous les plans d'eau, elles sont négatives dans le réservoir de Lakhal ( $r= 0.09^*$ ) et dans celui de Keddara aucune tendance significative n'a été observée pour ce paramètre ( $r= 0.16^*$ ).

Avec la conductivité électrique (CE), des corrélations positives ont été observées dans le lac de Ghrib ( $r= 0.60^*$ ) et dans celui de Boukourdane ( $r= 0.70^*$ ). Dans d'autres retenues, la relation a été faible.

Le groupe d'algues a montré une corrélation positive hautement significative avec l'oxygène dissous dans le lac de Taksebt ( $r= 0.97^*$ ), tandis que cette relation dans d'autres réservoirs a été assez faible.

Les relations avec les nitrates ont été positives dans tous les lacs. Les corrélations avec les nitrites ont été également positives dans presque tous les sites et surtout dans le réservoir de Lakhal ( $r= 0.98^*$ ) mais négatives dans le réservoir de Taksebt ( $r= - 0.87^*$ ).

Les corrélations avec les orthophosphates étaient hautement significatives dans le lac de Taksebt ( $r= 0.99^*$ ) et dans le réservoir de Ghrib ( $r= 0.78^*$ ) mais négatives dans les réservoirs de Keddara et de Boukourdane.

Avec les chlorures, le rapport est positif dans les lacs de Keddara, Ghrib et Taksebt mais négatif dans les retenues de Lakhal et Boukourdane.

Les corrélations avec le calcium ont été positives dans tous les sites avec une valeur très significative dans le lac de Taksebt ( $r = 0.72^*$ ).

Cette corrélation de ce type d'algues avec le magnésium a été négative dans le réservoir de Lakhal et positive dans les autres plans d'eau avec une valeur hautement significative dans le lac de Boukourdane. Avec le sodium, les corrélations ont été positives mais insignifiantes dans les lacs de Keddara, Ghrib et Boukourdane et négatives dans les réservoirs de Lakhal et de Taksebt. Des corrélations positives avec la chlorophylle a ont été observées dans tous les sites avec une valeur hautement significative dans le lac de Taksebt ( $r = 0.98^*$ ). Les relations entre l'azote ammoniacal et les Chlorophytes ont été positives dans tous les sites avec une valeur maximale dans le réservoir de Ghrib ( $r = 0.88^*$ ) et négative dans le lac de Lakhal.

#### 3.3.12.3. Euglenophytes et paramètres physico-chimiques :

Comme dans le cas des Chlorophytes, les Euglénophytes ont également montré des corrélations différentes avec les paramètres physico-chimiques et avec le même paramètre dans différents sites. Des corrélations insignifiantes ont été remarquées entre la température de l'eau et ce groupe. Avec le pH, des corrélations positives et significatives ont été notées dans les lacs de Ghrib ( $r = 0.79^*$ ) et de Boukourdane ( $r = 0.61^*$ ). Dans les autres réservoirs, cette relation était soit insignifiante soit négative. Les corrélations avec la conductivité électrique ne se sont avérées significatives que dans les retenues de Boukourdane ( $r = 0.88^*$ ) et de Ghrib ( $0.62^*$ ). Le groupe a montré des relations positives avec l'oxygène dissous dans tous les réservoirs, notons que la valeur la plus significative a été obtenue dans le lac de Taksebt ( $r = 0.96^*$ ). Avec les composés azotés et les orthophosphates, la tendance a été positive dans plusieurs sites. Une relation très significative entre les nitrites et ce groupe dans la retenue de Lakhal ( $r = 0.95^*$ ) et entre les orthophosphates et ce groupe dans le lac de Taksebt ( $r = 0.99^*$ ).

La relation avec les chlorures ont été insignifiantes dans tous les plans d'eau à l'exception du lac de Taksebt où  $r = 0.62^*$ .

Les corrélations avec le calcium et le magnésium ont été insignifiantes dans presque la majorité des sites étudiés sauf dans les réservoirs de Taksebt et de Boukourdane où on a noté une corrélation entre ce groupe et le calcium

avec des valeurs significatives ( $r= 0.71^*$  et  $r= 0.93^*$ ). Avec le sodium, le groupe a montré des corrélations insignifiantes. Les seules valeurs significatives entre ce type d'algues et la chlorophylle ont été obtenues dans les retenues de Taksebt ( $r= 0.98^*$ ) et de Boukourdane ( $r= 0.85^*$ ).

La relation du groupe avec l'azote ammoniacal a été positive dans les réservoirs de Ghrib et de Taksebt et négative dans les lacs de Keddara, de Lakhal et de Boukourdane.

#### 3.3.12.4 Bacillariophycées et paramètres physico-chimiques :

Ce groupe a montré une corrélation positive hautement significative avec la température dans les retenues de Lakhal, Ghrib et Boukourdane, dans le lac de Taksebt, cette relation a été insignifiante alors que dans le réservoir de Keddara, cette relation était négative. Avec le pH, la relation n'a été significative que dans le lac de Taksebt ( $r= 0.86^*$ ). Le rapport des Bacillariophycées avec la conductivité électrique était significatif dans les réservoirs de Ghrib, Boukourdane et Taksebt avec  $r \geq 0.70^*$ .

Dans la retenue de Taksebt, la corrélation avec l'oxygène dissous a été positive et hautement significative ( $r= 0.94^*$ ) avec ces algues; alors que dans les retenues de Lakhal et Boukourdane, la valeur de  $r$  était  $\geq 0.60^*$ . La corrélation avec les nitrates n'était significative que dans le réservoir de Ghrib ( $r= 0.73^*$ ), la relation avec les orthophosphates n'était également significative que dans le lac de Taksebt ( $r= 0.69^*$ ). Dans les autres sites, les valeurs ont été soit insignifiantes ou négatives.

Dans le réservoir de Taksebt, les Bacillariophycées ont montré une corrélation positive significative avec les chlorures ( $r= 0.88^*$ ), cette corrélation a été négative dans les lacs de Keddara et de Lakhal. Avec le magnésium, les corrélations ont été significatives dans le réservoir de Boukourdane ( $r= 0.93^*$ ) et le réservoir de Taksebt ( $r= 0.85^*$ ), dans les lacs de Lakhal et Ghrib, les valeurs ont été insignifiantes alors que dans le réservoir de Keddara, on a observé une valeur négative.

Ce groupe a montré une corrélation significative avec le sodium seulement dans le lac de Ghrib où  $r= 0.72^*$ , dans les retenues de Keddara et de Lakhal, cette corrélation était négative, tandis que dans les lacs de Boukourdane et de Taksebt, les valeurs obtenues ont été insignifiantes.

Les relations avec la chlorophylle a ont été hautement significatives dans les lacs suivants : Taksebt ( $r= 0.91^*$ ), Boukourdane ( $0.77^*$ ) et Ghrib ( $0.76^*$ ). Dans les autres lacs, les valeurs ont été négligeables.

Avec l'azote ammoniacal, le rapport était hautement significatif que dans le réservoir de Taksebt ( $r= 0.95^*$ ), dans les autres retenues, les valeurs étaient parfois corrélées négativement ou positivement mais globalement, elles étaient insignifiantes.

#### 3.3.12.5 Pyrrophytes et paramètres physico-chimiques :

Les Pyrrophytes ont été corrélés positivement avec la température de l'eau sauf dans le réservoir de Taksebt où cette corrélation a été négative. Avec le pH et la conductivité électrique, les valeurs obtenues pour l'ensemble des plans d'eau ont été insignifiantes. L'oxygène dissous a montré des corrélations positives dans tous les sites avec néanmoins une valeur très significative dans le lac de barrage de Taksebt ( $r= 0.96^*$ ). Les Pyrrophytes n'ont été corrélés significativement avec les orthophosphates que dans le plan d'eau de Taksebt ( $r= 0.99^*$ ), dans les autres réservoirs, cette relation a été soit négative ou insignifiante. Avec les chlorures, la corrélation n'a été significative que dans la retenue de Keddara ( $r= 0.88^*$ ). Dans les lacs de Lakhal et de Boukourdane, cette relation a été négative. Les corrélations avec le calcium ont été significatives dans les réservoirs de Keddara et de Taksebt où  $r \geq 0.70^*$ . Dans les autres lacs, cette relation était négligeable et négative. Avec le magnésium, les corrélations ont été globalement insignifiantes. De même, les relations avec le sodium n'ont été significatives que dans le lac de Ghrib ( $r= 0.89^*$ ).

La chlorophylle a a été corrélée positivement avec ce type d'algues dans le réservoir de Keddara ( $r= 0.94^*$ ) et dans le réservoir de Taksebt ( $r= 0.97^*$ ). L'azote ammoniacal a été corrélé positivement dans les lacs de Keddara, de Taksebt et de Boukourdane et négativement dans les lacs de Lakhal, Boukourdane et de Ghrib.

De nombreuses citations sur des corrélations positives entre la densité de certains groupes de phytoplancton et la température sont disponibles, nous citerons ici ceux de Sarojini [656] et ceux d'Unni et Pawar [657]. Dans les climats tempérés, les variations saisonnières de température et d'autres variables environnementales sont apparemment assez grandes pour produire

des changements prévisibles dans la composition du phytoplancton. Un effet direct de la température sur le taux de croissance des algues pourrait expliquer la dominance en été par des Cyanobactéries. Ces organismes montrent une corrélation très significative avec la température comme cela a été montré dans les expériences de croissance en culture [658 ; 659].

Les valeurs négatives obtenues dans certains réservoirs pourraient être dues à des interactions environnementales non identifiées de certains facteurs opérant dans ces sites. Selon Palmer [641], les différentes classes ont des températures minimales, maximales et optimales pour leur croissance. L'auteur a signalé une température optimale pour les Diatomées (18°C-30°C), pour les Chlorophycées (23°C-35°C) et pour les Cyanobactéries (30°C-40°C). Les fluctuations de la température de l'eau dans les lacs étudiés ont varié de 10.5°C et 31°C.

Le coefficient de corrélation avec le pH a été trouvé dans la plupart des cas positif dans les différents sites et avec les différents groupes sauf avec les Chlorophytes. Les mêmes observations ont été notées par Bhatt *et al.*, [660]. Selon Palmer [641], la majorité des algues se développent mieux dans l'eau lorsque le pH est neutre ou légèrement alcalin. Le pH observé dans les lacs étudiés ici est donc bien adapté à la structure des communautés dominées par les Chlorophytes et les Bacillariophytes.

De très bonnes corrélations ont été parfois observées entre la conductivité électrique et certains groupes d'algues. Coesel [661] est d'avis que les faibles conductivités électriques favorisent le développement des Desmidiées. Toutefois, dans la plupart des lacs de notre étude, les faibles conductivités électriques apparaissent avoir été propices au développement des Chlorococcales. Les rapports positifs entre ce paramètre et les Bacillariophycées existent dans la littérature [656 ; 662].

Des corrélations positives entre l'oxygène dissous et la croissance des Euglénophytes ont été révélées par la corrélation de Pearson ce qui est en contradiction avec les observations de Heide [663] qui a trouvé qu'un faible niveau de l'oxygène dissous était favorable à la croissance de ce type d'algues. Sarojini [656] a observé une corrélation positive entre les Bacillariophycées et l'oxygène dissous. Bhatt *et al.*, [660] ont noté également une corrélation positive

entre les Bacillariophycées et les Chlorophycées et une corrélation négative avec les Cyanobactéries dans le lac Tauhada avec ce paramètre. Toutefois, dans notre étude, les Cyanobactéries n'ont pas montré cette tendance.

L'oxygène dissous et la température sont des facteurs interdépendants, leur interaction et avec d'autres facteurs contribuent grandement à la croissance du phytoplancton, le rôle exact de l'oxygène dissous sur la densité du phytoplancton n'a pas pu être identifié dans cette étude.

L'importance des nitrates comme source d'azote pour le phytoplancton en eau douce et saumâtre a été étudiée, notamment par Fayed et Shehata [664] et Kobbia [665]. Ils ont révélé qu'une absence ou une insuffisance en nitrates provoquait une diminution du phytoplancton.

Globalement, les nitrates dans les sites étudiés ont montré une corrélation faible ou négative avec les différents groupes du phytoplancton sauf dans le cas des Chlorophycées. C'est parce que la croissance des algues utilise de préférence l'azote ammoniacal comme source alternative d'azote [666]. Les concentrations de l'azote ammoniacal sont beaucoup plus faibles que les concentrations de nitrates dans la plupart des lacs productifs [210]. Dans une eau bien oxygénée, la concentration d' $\text{NH}_4^+$  est habituellement faible par rapport à d'autres formes de l'azote inorganique en raison de sa capacité à être facilement oxydé [667], et de son assimilation rapide et préférentielle par le phytoplancton [668]. Prochazkova et *al.*, [669], dans leur étude sur les eaux douces, ont également observé une préférence du phytoplancton pour  $\text{NH}_4^+$  plutôt que pour  $\text{NO}_3^-$ , Kumar et *al.*, [670] ont également démontré l'effet inhibiteur de  $\text{NH}_4^+$  sur l'absorption de nitrate par le phytoplancton. Ceci explique probablement les corrélations positives et parfois très significatives entre cet élément et les groupes phytoplanctoniques.

Néanmoins, les taux de nitrates et de nitrites sont restés dans l'ensemble assez faibles dans les bassins et donc l'abondance de Cyanobactéries peut être justifiée ainsi.

Le phosphore a été suggéré comme étant l'élément nutritif principal limitant la production de phytoplancton dans les lacs [671], Il a également été montré que le phosphate peut limiter la concentration de la biomasse de phytoplancton [672 ; 673]. Ceci expliquerait probablement les relations

négatives entre ce paramètre et certains groupes de phytoplancton dans certains sites.

Les Pyrrophytes sont associés généralement à des eaux de faible conductivité contenant des concentrations importantes de cations comme les  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  [674]; leur carence inhibe leur activité [675]. Ce qui expliquerait probablement la corrélation insignifiante trouvée entre ce type d'algues et la conductivité électrique. Par ailleurs, nous avons observé des corrélations assez élevées entre les Pyrrophytes et les ions calcium.

Le calcium et le magnésium sont des ions essentiels pour la croissance des algues [676]. Le magnésium est un constituant de la chlorophylle et un cofacteur essentiel ou un activateur dans de nombreuses réactions, telles que la réduction des nitrates, la réduction des sulfates et les transferts des phosphates. Les ions calcium sans aucun doute jouent un rôle dans le maintien des membranes cytoplasmiques [677 678 ; 679]. Fogg [680] a constaté que certains genres de Chrysophyta et des Diatomées ont été retrouvés en très grandes quantités dans des eaux très dures. Putthathorn [681], a étudié l'abondance et la distribution des algues par rapport à certains paramètres physico-chimiques dans les eaux de la rivière Ping Wang (Chine) et a constaté que les quantités de Diatomées ont une corrélation positive avec le calcium comme c'est ce que nous avons observé dans les retenues de Ghrib, Boukourdane et Taksebt. Boonyapiwat [682] et Suravit [683] ont étudié les relations entre la qualité du phytoplancton et la qualité des eaux dans le réservoir de Racha-Prabha dans la province de Surat Thani (Thaïlande) et ont constaté que *Peridinium* a une corrélation positive avec la dureté de l'eau, avec la concentration des ions calcium et avec la conductivité.

Cette étude a montré que la relation entre les Chlorophycées et les Bacillariophycées et la chlorophylle a été plus importante dans tous les lacs étudiés ici. Il en ressort, que les Chlorophycées et les Bacillariophycées ont fortement contrôlé la chlorophylle à par la densité des cellules d'espèces que les autres groupes taxonomiques.

### 3.4 Relation phytoplancton et zooplancton :

La variation du phytoplancton et les modèles d'abondance du zooplancton herbivore semblent être liés à la synchronisation des changements saisonniers. Les courbes ont été similaires dans tous les lacs étudiés mais avec des différences observables dans l'échelle des augmentations saisonnières.

Les pics de l'abondance des herbivores ont eu lieu avant et parfois après les pics du phytoplancton. Il était nécessaire de ce fait que les herbivores réagissent rapidement à l'augmentation du phytoplancton et puissent exploiter ainsi l'amélioration des ressources alimentaires pour accroître la taille de leur population avant que le phytoplancton ne diminue. Dans les figures n° 3.123 à 3.137, on observe l'ampleur des pics du phytoplancton et des abondances des herbivores qui montrent que les herbivores probablement augmentent en proportion en fonction de la quantité disponible du phytoplancton. Des observations similaires ont été faites par de nombreux auteurs [684 ; 685 ; 686 ; 687 ; 688] .

Ce cas n'a pas été observé dans le lac de Ghrib, pour les Copépodes (Figure 3.131) durant la première année d'échantillonnage, suggérant ainsi que dans ce réservoir, les organismes Copépodes ont probablement été en mesure de se nourrir de sources autres que le phytoplancton (microzooplancton et détritus). Ces résultats sont en accord avec les observations de Pinto-Coelho et *al.*, [536] et Morgado et *al.*, [689], qui ont montré que des détritus des chaînes alimentaires pourraient être une ressource pour le zooplancton.

Dans la présente étude, aucune analyse de la prédation du zooplancton sur le phytoplancton n'a été faite, mais certaines espèces de rotifères comme *Brachionus*, *Trichocerca*, *Keratella*, *Cephalodella*, etc...et les cyclopoïdes comme *A. salinus*, *C. numidicus*, etc....sont connus pour être des herbivores. Dans certains cas, la diminution de la densité de phytoplancton peut s'expliquer par le broutage exercé par les Copépodes [690 ; 691]. (Certains auteurs tels qu'Edmonson et *al.*, [690] et Richman [691] ont également attribué la baisse du phytoplancton par la prédation du zooplancton).

La relation entre le phytoplancton et le zooplancton peut s'expliquer par d'autres changements dans la densité des deux communautés dans les cinq réservoirs. Chaque diminution du nombre de phytoplancton a été précédée par

une diminution de la densité du zooplancton. Ce schéma peut être lié à la disponibilité de la nourriture dans la couche supérieure (épilimnion), où le phytoplancton est surtout abondant, comme l'ont montré Bergquist *et al.*, [692]; Dawidowicz [693]; Carpenter *et al.*, [694]; Cherbi *et al.*, [105] et Low *et al.*, [695]. Ainsi, le zooplancton est un important brouteurs d'algues [696 ; 697 ; 698].

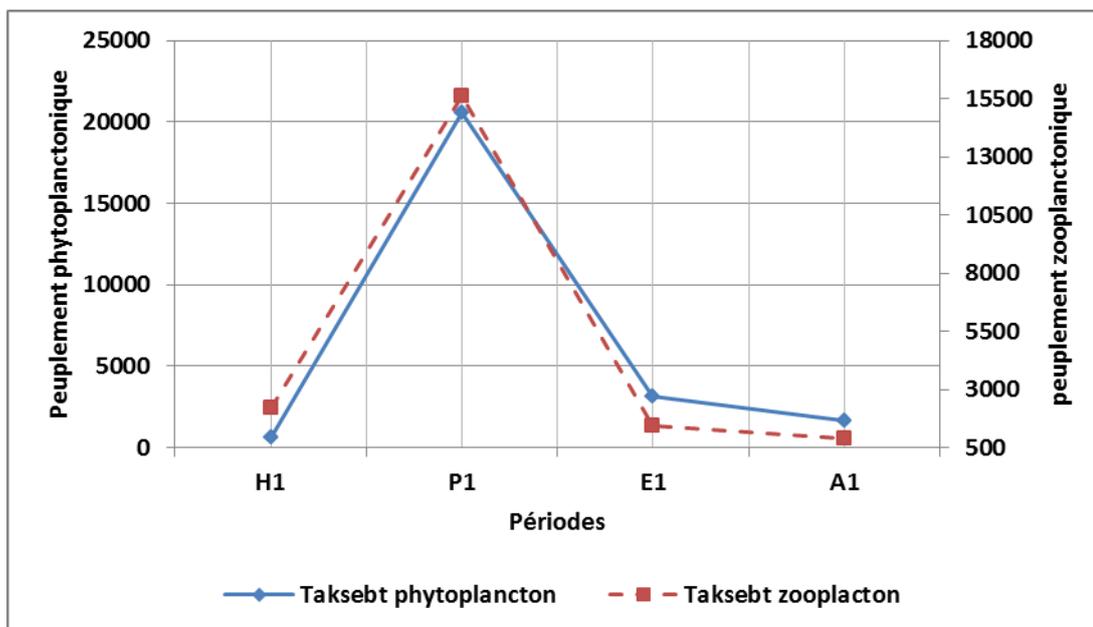


Figure 3.123: Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Taksebt.

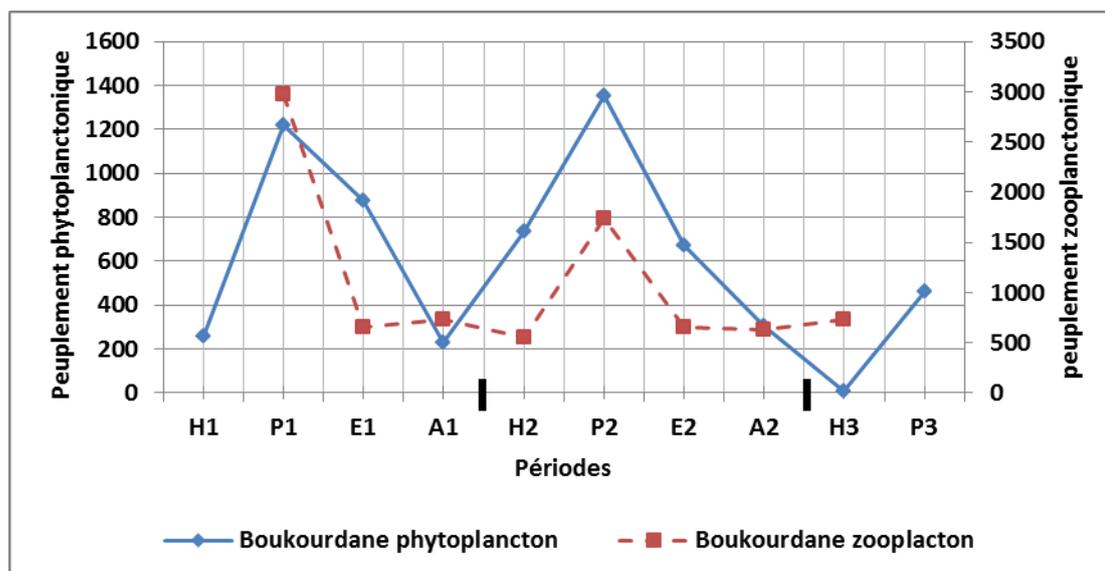


Figure 3.124: Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Boukourdane.

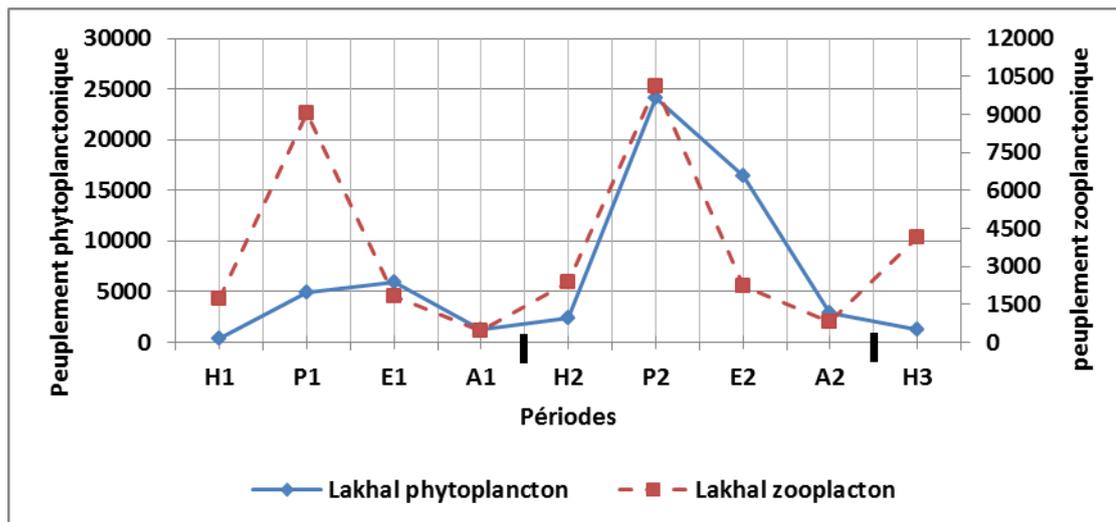


Figure 3.125: Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Lakhal.

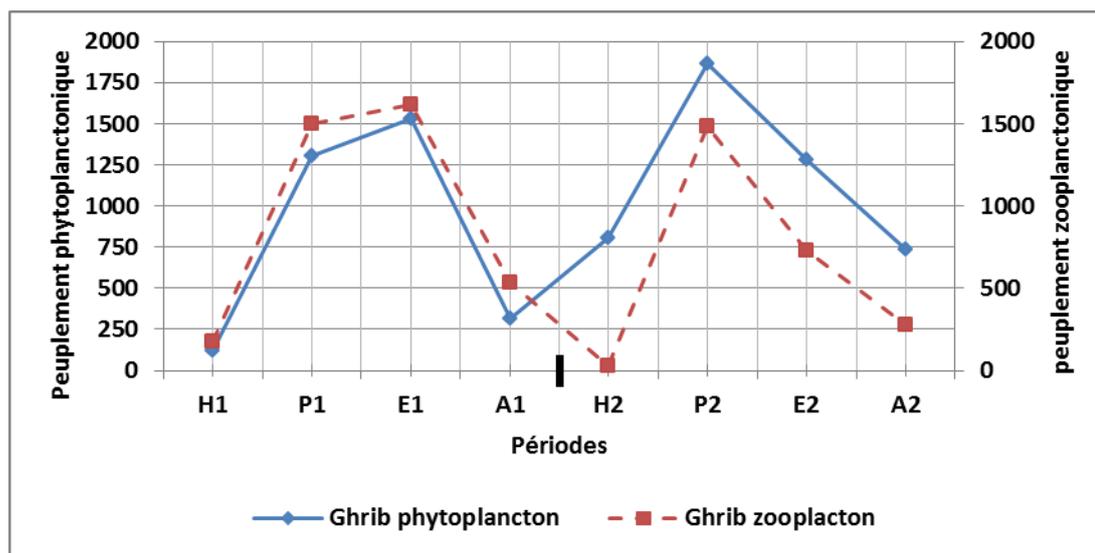


Figure 3.126: Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Ghrib.

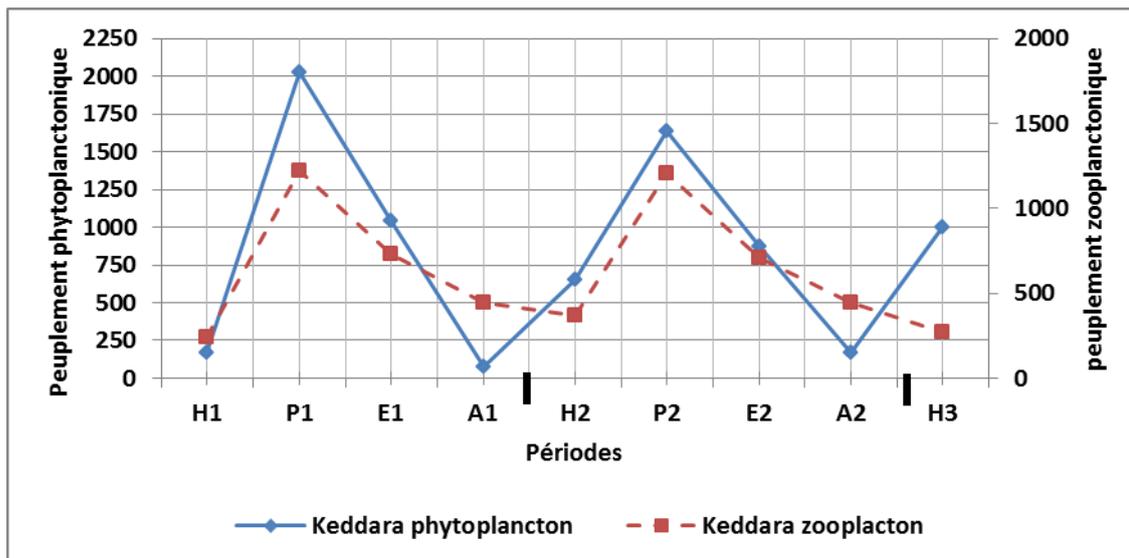


Figure 3.127: Relation entre le zooplancton total (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Keddara.

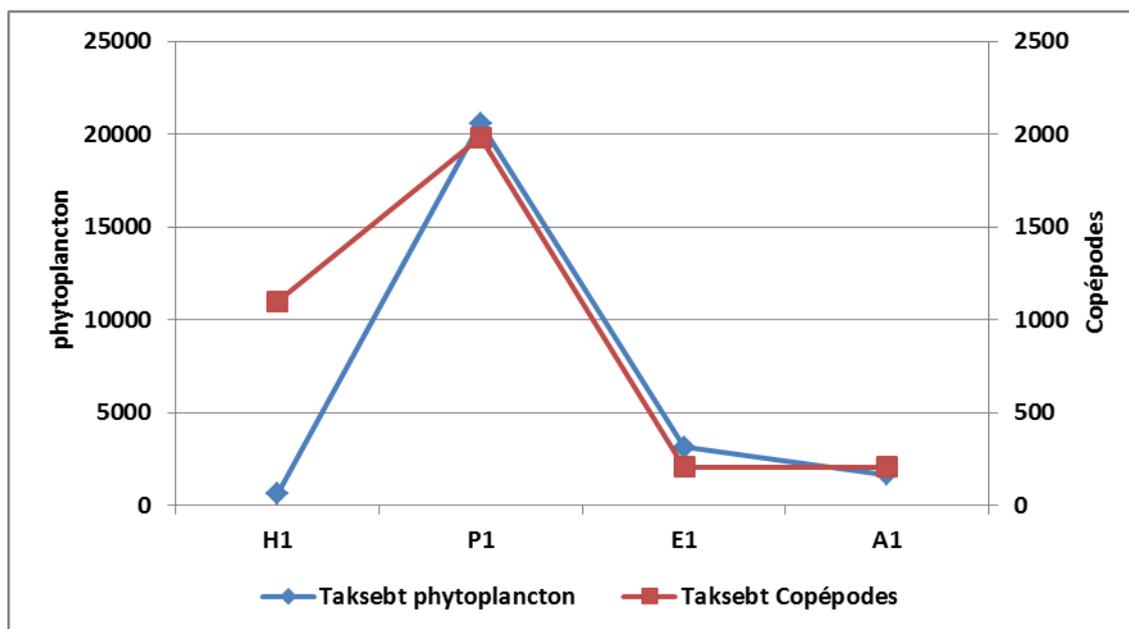


Figure 3.128: Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Taksebt.

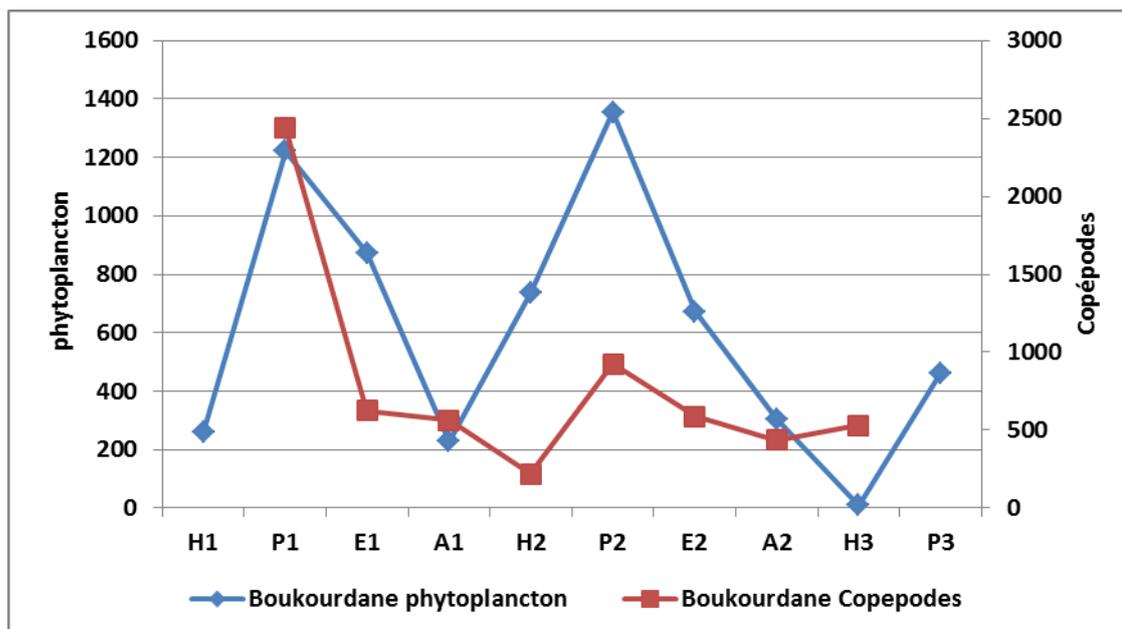


Figure 3.129: Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Boukourdane.

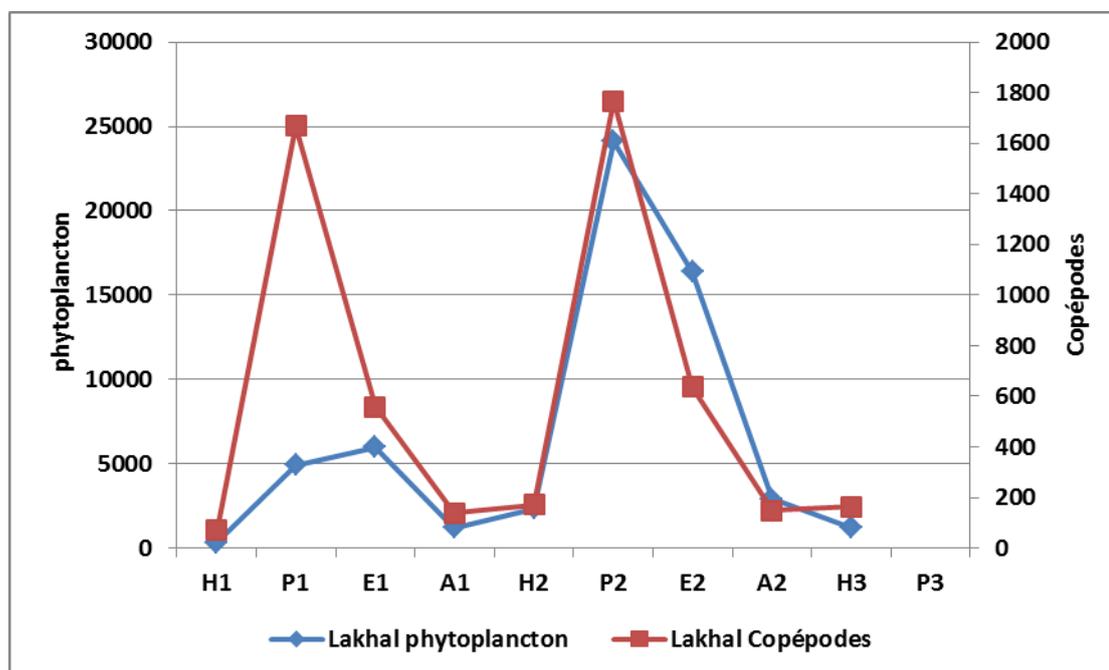


Figure 3.130: Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Lakhal.

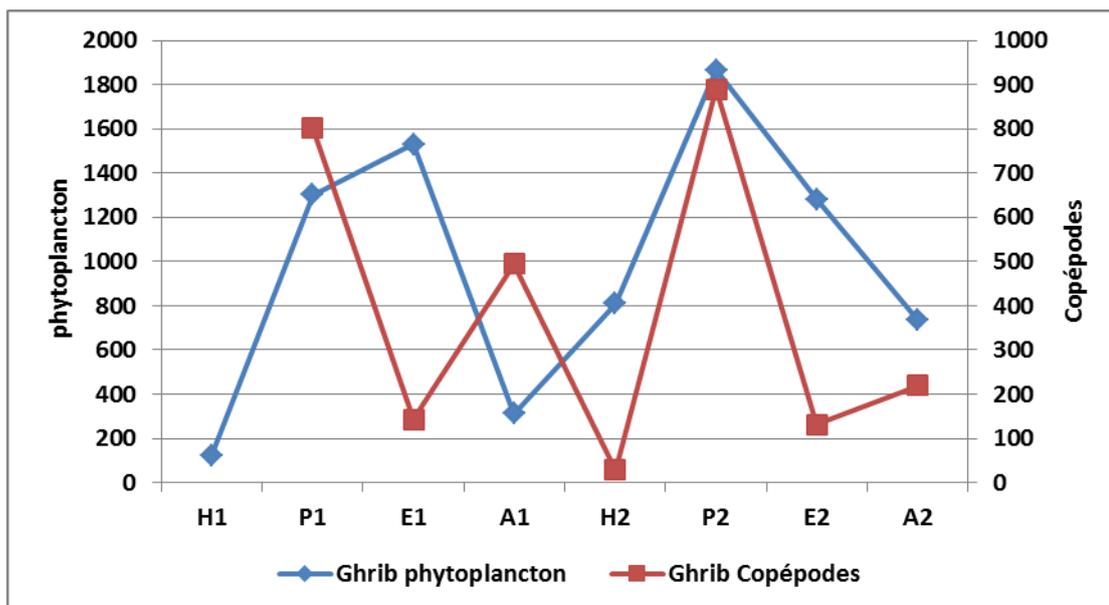


Figure 3.131: Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Grib.

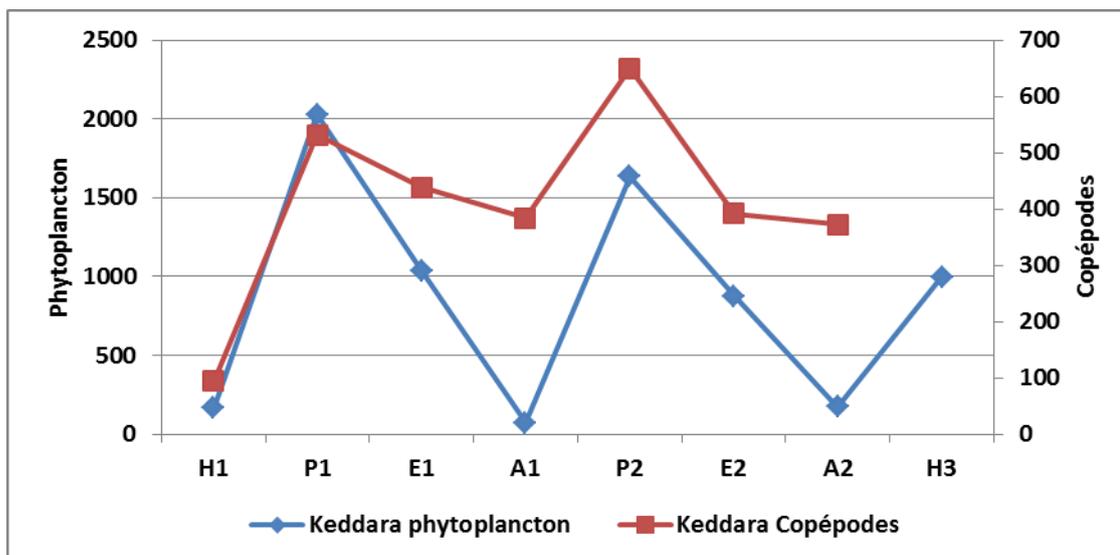


Figure 3.132: Relation entre les Copépodes (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Keddara.

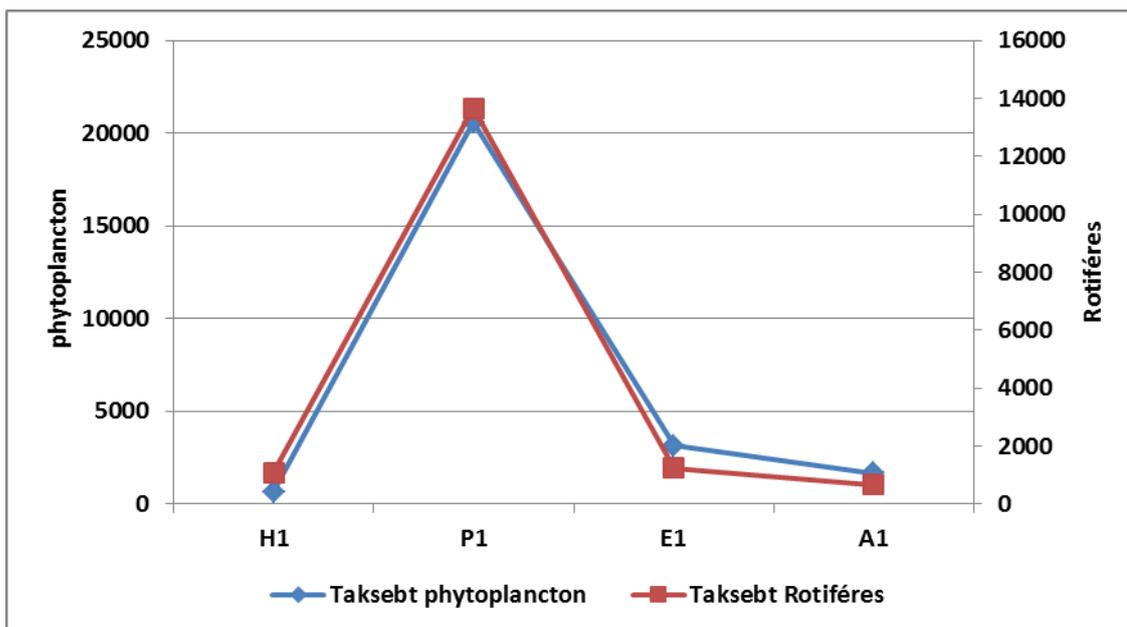


Figure 3.133: Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Taksebt.

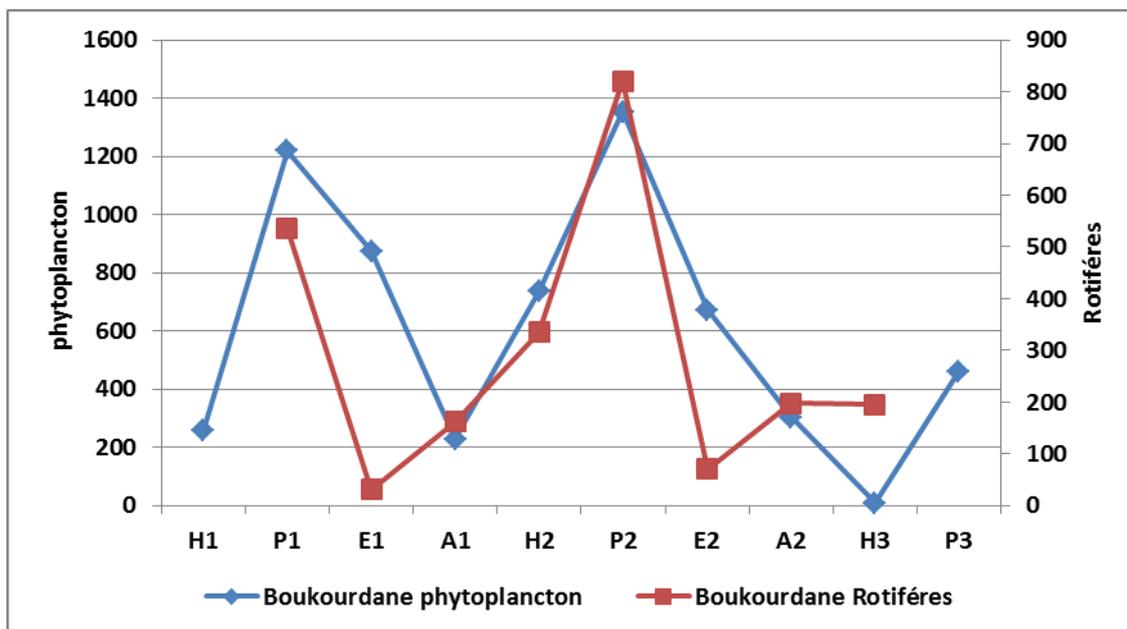


Figure 3.134: Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Boukourdane.

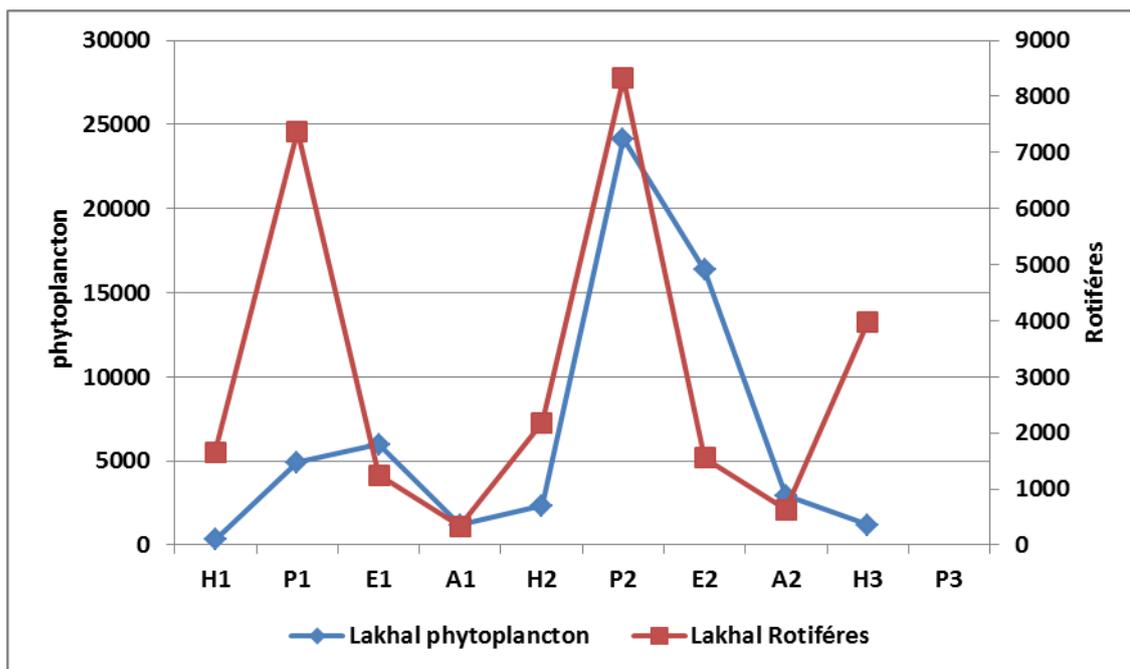


Figure 3.135: Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Lakhal.

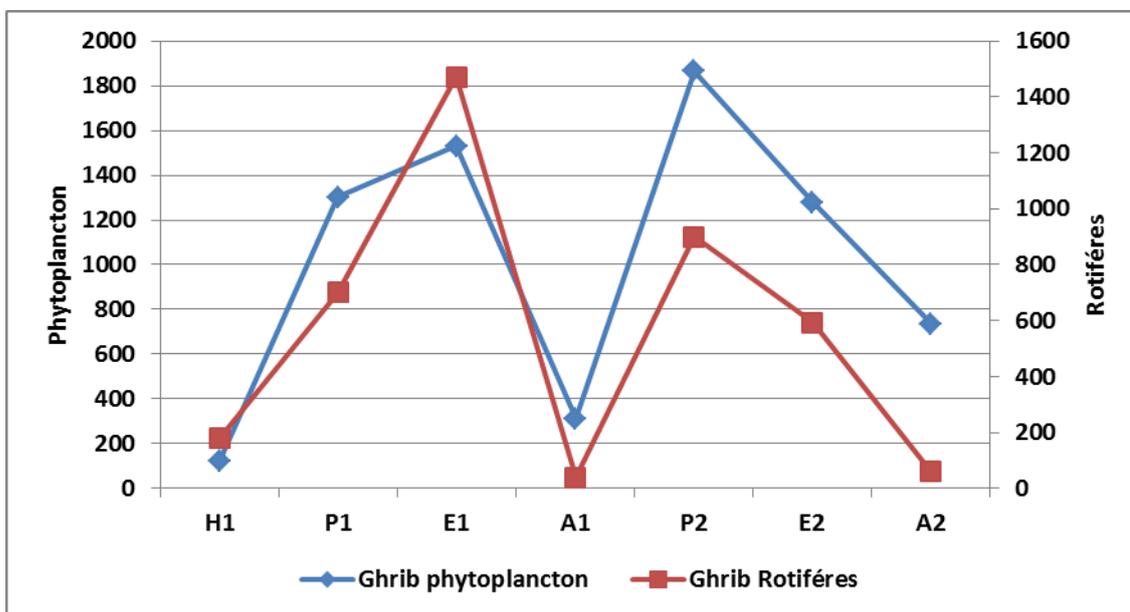


Figure 3.136: Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Ghrib.

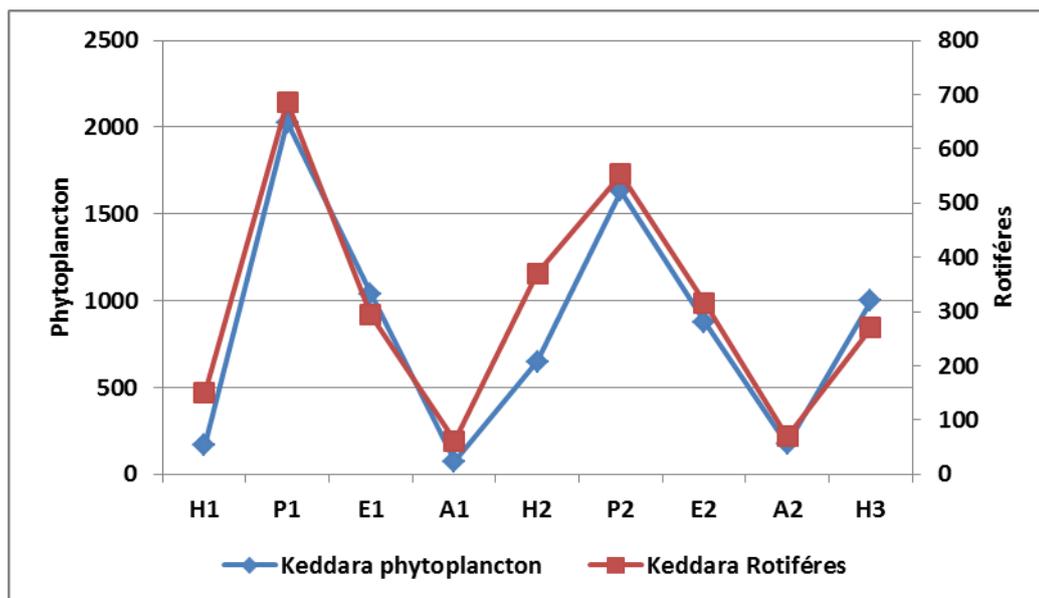


Figure 3.137: Relation entre les Rotifères (ind/l) et le phytoplancton total (ind/l) dans le réservoir de Keddara.

Le rôle du zooplancton comme régulateur de la production primaire phytoplanctonique a été le sujet de plusieurs travaux [692 ; 699 ; 700 ; 701 ; 702]. La forte réduction des algues sous l'effet du broutage par le zooplancton, très fréquente juste après les poussées phytoplanctoniques printanières est connue sous le nom de phases d'eaux claires en raison de l'augmentation de la transparence du milieu (Figure 3.138).

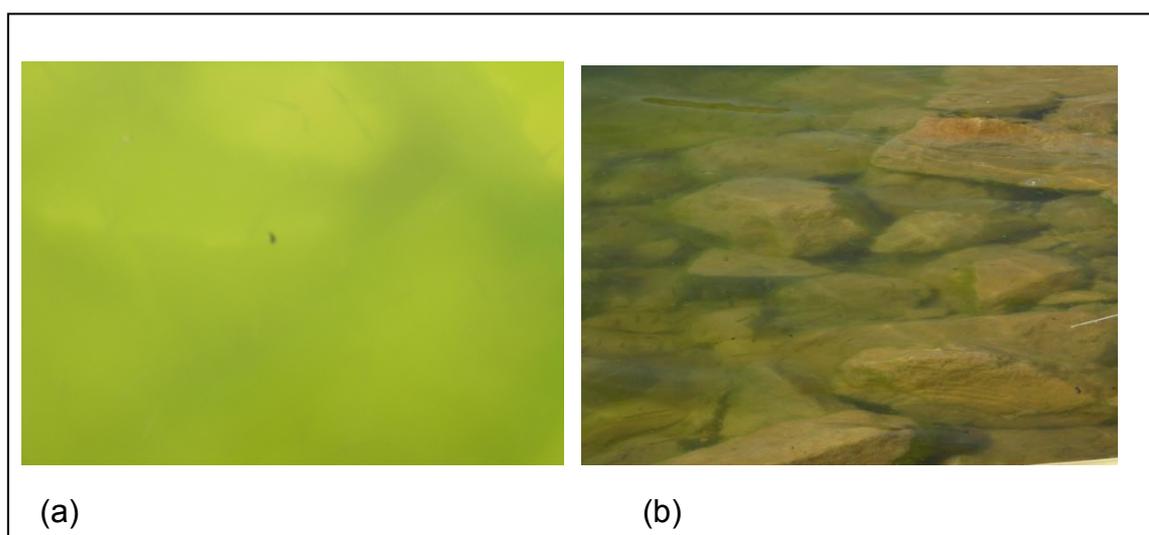


Figure 3.138: Bloom printanier (a) et phase d'eau claire (b) dans la retenue de Taksebt.

Les corrélations de Pearson entre les différents groupes d'algues et les différents groupes du zooplancton sont résumées dans les tableaux voir Appendice 6.

Selon Kawecka et Eloranta, [703], une corrélation positive peut indiquer que la croissance du phytoplancton peut être stimulée par le zooplancton. Une corrélation négative entre ces deux groupes est le résultat soit de la prédation par le zooplancton sur le phytoplancton soit de la diversité des habitudes alimentaires de certains organismes du zooplancton utilisant des sources de nourriture autres que les micro-algues [704]. Certains Copépodes sont des omnivores, c'est à dire se nourrissent de microzooplancton, de phytoplancton, de détritrus, de bactéries, et parfois d'œufs de Copépodes et de nauplies. Certains Copépodes peuvent utiliser les cyanobactéries et ne sont pas intoxiqués par leurs toxines, comme l'hépatotoxique du genre *Microcystis* comme l'a rapporté Melao [705].

D'après Defaye et Dussart [706], les aliments consommés par les Copépodes Cyclopoïdes peuvent être classés selon le mode d'ingestion en :

- Aliments ingérés par filtration comme les diatomées, alimentation commune à de nombreux Copépodes,
- Aliments prélevés par prédation active représentés par des proies comme les Cladocères.

Il ressort de cette analyse que des valeurs maximales ont été obtenues dans la plupart des lacs (excepté le lac de Ghrib où  $r \leq 0.44^*$ ) entre les Chlorophycées, les Copépodes et les Rotifères. On note une valeur élevée de  $r = 0.99^*$  entre ces groupes dans le lac de Taksebt.

Parmi les micro-algues, les Chlorophytes sont la source de nourriture préférentielle parce qu'elles possèdent des parois cellulaires minces et une haute teneur en carbone organique [707].

Des corrélations positives entre les Euglénophycées et les deux groupes de zooplancton ont été mises en évidence. Selon Kawecka et Eloranta [703] et Sampaio et al., [555], ce type de phytoplancton est considéré comme une bonne source de nourriture pour les crustacés.

Des corrélations négatives ont été trouvées entre les Pyrrophytes où l'espèce *Ceratium hirundinella* est dominante et le zooplancton dans la plupart des barrages. Ginkel et *al.*, [708], Tomec et *al.*, [709], Grigorszky et *al.*, [710] et Goldyn et Kowalczywska-Madura [702] ont observé également ce type de corrélation. La grande taille de cette espèce empêche sa consommation par le zooplancton. Toutefois, nous avons observé une corrélation hautement significative dans le réservoir de Taksebt  $r = 0.99^*$  et le réservoir de Keddara  $r \geq 0.68^*$  ceci est probablement dû à la présence d'autres espèces de Pyrrophytes appartenant à ce genre et dont la taille est plus petite. Cependant d'autres auteurs comme Santer, [711]; Sommer et *al.*, [712], ont souligné l'importance de *Ceratium hirundinella* en tant que source de nourriture appropriée pour les stades avancés de copépodites et de Copépodes adultes Cyclopoïdes.

Les corrélations entre les Bacillariophycées et le zooplancton ont été positives et plus significatives avec les Rotifères dans les lacs de Ghrib et de Taksebt. Avec les Copépodes, la relation entre ce type d'algues n'a été significative que dans le lac de Keddara où  $r = 0.86^*$ . Le manque de relations entre ce groupe d'algues et le zooplancton pourrait s'expliquer par le fait que nous devrions prendre en considération les différentes espèces individuelles plutôt que le groupe entier.

Plusieurs études ont rapporté le pâturage par les Copépodes [713 ; 714 ; 715 ; 716 ; 717] et par les Rotifères [718 ; 719], sur une gamme d'espèces de Cyanobactéries. Certaines espèces du zooplancton broutent plus efficacement les Cyanobactéries que d'autres [720] ce qui expliquerait les corrélations positives obtenues. Les Copépodes par exemple, peuvent choisir les Cyanobactéries en fonction des caractéristiques de leur taille et de leurs caractéristiques chimiques comme la toxicité et la valeur nutritive [714 ; 721]. Ainsi, dans les lacs avec des concentrations élevées à modérées en nutriments et où la communauté des Cyanobactéries est diverse, il est probable que l'abondance et la composition du zooplancton jouent un rôle dans la dynamique des Cyanobactéries. Toutefois, l'effet du pâturage du zooplancton sur ce type d'algues a été moins efficace dans le réservoir de Lakhal car la densité est restée élevée (Figure 3.93). Ce qui laisse supposer que dans ce réservoir la

communauté des Cyanobactéries influe sur l'abondance et la composition du zooplancton, soit parce que certaines cyanobactéries sont toxiques et/ou possèdent une faible valeur nutritive soit parce qu'elles forment de grandes colonies et de filaments qui peuvent affecter plusieurs espèces de zooplancton. Ces mêmes observations ont été rapportées dans les travaux de Ghadouani et *al.*, [722], Murrel et Lores [723], Ruokolainen et *al.*, [724].

Les communautés de Cyanobactéries présentes dans les lacs étudiés étaient composées de cyanobactéries unicellulaires ainsi que de Cyanobactéries filamenteuses (voir Liste 3). Les Cyanobactéries unicellulaires sont plus facilement pâturées par différentes espèces de zooplancton en comparaison, que les formes filamenteuses, plus difficiles à absorber. Des observations similaires ont été citées dans les travaux de Von Elert et Wolffrom [725].

Cette étude ne peut pas complètement exclure la possibilité qu'une partie de la corrélation soit trouvée en raison des changements temporels dans le zooplancton et des Cyanobactéries. Par conséquent, pour confirmer l'importance d'une relation directe entre le zooplancton et les Cyanobactéries, d'autres études de terrain seront nécessaires.

Globalement, une des raisons qui pourraient expliquer pourquoi les taux de broutage ne sont pas si différents sur les différentes classes d'algues dans les lacs au cours de la période d'étude est que le spectre alimentaire du zooplancton est assez large suite aux successions saisonnières du phytoplancton (*cf. Corrélations entre groupes phytoplanctoniques et entre groupes phytoplanctoniques et variables environnementales*). Cette constatation est similaire à celle de McCauley et Briand, [726] et McCauley et Downing [727].

## PARTIE 4

### DISCUSSION GENERALE

L'étude actuelle axée sur l'écologie, la taxonomie et la variation saisonnière de la composition du plancton dans les lacs de Kedarra, Lakhal, Ghrib, Boukourdane et Taksebt et dans l'oued Chiffa apporte une contribution importante à la connaissance de l'état physico-chimique et biologique de ces écosystèmes lacustres.

L'investigation portée d'une part sur les facteurs physico-chimiques des milieux aquatiques étudiés tels que la température, le pH, l'oxygène dissous, la conductivité, les nitrates et les nitrites, les orthophosphates, l'azote, les sulfates, les chlorures, le calcium, le sodium et le magnésium, la matière organique et la teneur en chlorophylle a dans l'eau et d'autre part sur des facteurs biologiques tels que la biodiversité du zoo- et du phytoplancton et leurs variations saisonnières.

#### 4.1. Chimie de l'eau

La température est l'une des variables physiques les plus importantes. L'augmentation de la température de l'eau est déterminante dans les réactions biochimiques des êtres vivants. Ces réactions atteignent leur vitesse maximale entre 33 et 35° C provoquant par exemple des proliférations d'algues et une consommation plus élevée d'oxygène [728]; ainsi, Singh [729] a observé qu'une température élevée favorise la croissance de certains taxons de Chlorococcales.

Dans la zone étudiée ici, la température de l'eau la plus élevée a été observée de juin à septembre, les maxima (31°C et 33°C) ont été observés respectivement en août et septembre dans le lac de Kedarra. Les valeurs moyennes montrent en général un pic au mois d'août, suggérant une haute vitesse de réactions biochimiques. Les températures élevées de l'eau enregistrées en période estivale sont principalement dues à la forte intensité du rayonnement solaire et au bas niveau d'eau. Les températures les plus basses,

enregistrées en hiver étaient probablement dues aux conditions météorologiques régnant dans la zone d'étude. Les mêmes observations ont été faites par Al-Dahmesh [730], Abdel-Satar [731], Radwan [688] et Al-Ghanim et *al.*, [732]. D'une façon générale, pour un milieu aquatique, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que la profondeur est faible. La température joue un rôle important dans la distribution et la productivité du phytoplancton et du zooplancton. Elle influence sur les variations des populations en fonction des niveaux de nutriments et des sels. On a constaté que les changements de température pendant la période d'enquête ont eu un effet prononcé sur le nombre total d'organismes du phytoplancton, sur la quantité de chlorophylle a et sur le zooplancton. Cela est en accord avec les travaux de Kobbia (665] qui a signalé que les variations de température ont une grande influence sur les algues et leur productivité.

Par ailleurs, la constance relative des valeurs moyennes du pH montre une tendance vers la neutralité (elles varient entre 7.78 dans le lac de Lakhal et 7.45 dans le lac de Taksebt). Ceci pourrait être au fait que ces milieux sont situés pour la plupart sur un substrat riche en carbonates et bicarbonates; par conséquent, les eaux de ces zones constituent un système tampon favorable à la vie de la faune et de la flore.

Les valeurs maximales du pH dans la présente étude sont comparables avec celles du lac Tchad (de 7.6 à 8.0), lac Tiga (6/9), lac Shiroro (6,7 à 7,0), le lac Volta (6/8) [733] et les réservoirs: Kasseb, Mornaguia et Ghdir El Goulla (Nord de la Tunisie) [572].

Les moyennes des valeurs de pH obtenues dans cette étude (voir Tableau 3.7) concordent avec celles considérées par Swingle [734], Boyd [735], Baijot et *al.*, [736], Unoha [737], Sellami et *al.*, [572] et Offem et *al.*, [738] comme les valeurs les plus appropriées pour une productivité maximale des organismes aquatiques (Tableau 4.1). Les valeurs sont dans la fourchette trouvée couramment dans les lacs oligotrophes et eutrophes pour lesquels la gamme du pH non létal pour les organismes aquatiques se situe entre 5 et 9 [739].

Tableau 4.1: Caractéristiques physico-chimiques (pH) des eaux [740].

PH < 5	- acidité forte - présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	neutralité approchée, majorité des eaux de surfaces
5.5 < pH < 8	eaux souterraines
pH > 8	alcalinité, évaporation intense

La concentration en oxygène dissous des lacs a révélé qu'ils étaient bien aérés, indépendamment de la saison. La distribution de l'oxygène dans le milieu aquatique est régie par la diffusion de l'air, la photosynthèse du phytoplancton et des macrophytes, la perte due à la respiration et à l'oxydation chimique biotique. Cet élément diffuse dans l'eau grâce à des formes diverses d'agitations (vagues et turbulences) [733 ; 736].

Durant toute la période d'échantillonnage, la saison estivale a été caractérisée par un pourcentage en oxygène relativement élevé par rapport aux autres périodes de l'année. Ceci est en désaccord avec les travaux d'autres auteurs qui suggèrent qu'une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude [741]. Selon ces mêmes auteurs, ceci est due aux conditions climatiques : la température plus élevée, les précipitations inexistantes ce qui devrait appauvrir le milieu en oxygène en s'ajoutant à la respiration intense des micro-organismes et de la flore aquatique.

Le taux relativement élevé en oxygène dissous enregistré dans cette étude pourrait être attribué non seulement à l'activité photosynthétique du phytoplancton mais aussi à l'intensité de la lumière. A cet égard, plusieurs auteurs ont remarqué que la sursaturation en O<sub>2</sub> est souvent rencontrée dans les régions où le phytoplancton est abondant [742 ; 743 ; 744 ; 745]. Les valeurs de l'oxygène dissous enregistrées dans cette étude et selon Swingle [734] et Boyd [735] apparaissent comme convenables pour une eau de bonne qualité pour les organismes aquatiques.

Le phosphore est l'un des nutriments les plus importants pour les organismes vivants. C'est un élément d'une importance majeure dans les processus de production [746]; il est rapidement absorbé par les organismes

vivants. Les concentrations en orthophosphates dans les eaux naturelles non polluées peuvent varier largement. L'eau brute reçoit les déchets des eaux usées, le lessivage agricole et industriel conduit généralement à des concentrations élevées de cet élément, qui constituent un indice utile de l'eutrophisation des plans d'eau. Dans la présente étude, les concentrations moyennes variaient entre  $0,51 \pm 0,45$  mg/l dans l'oued Chiffa et entre  $0,33 \pm 0,11$  mg/l dans le lac de Boukourdane,  $0,19 \pm 0,05$  mg/l dans le lac de Taksebt,  $0,16 \pm 0,03$  mg/l dans la retenue du barrage de Lakhal,  $0,15 \pm 0,06$  mg/l dans le lac de Ghrib et  $0,04 \pm 0,01$  mg/l dans le réservoir de Keddara. Ces concentrations sont plus faibles que celles rapportées par Gupta et Gupta [747] en Inde et par Gupta et Raghubanshi [748] dans les lacs Kathalnala et Ganga, par Ariyadej et *al.*, [749] dans le réservoir Banglang, dans trois retenues en Australie par Brainwood et *al.*, [750], par Luay [751] dans la grande rivière Zab en Iraq, dans le lac Ikwori par Offem et *al.*, [738].

Selon Desai [752], une concentration en phosphate supérieure à 2 mg/l peut être considérée comme indicateur de pollution élevée. Venkateswaralu et Jayaramareddy [753] ont souligné que la concentration en phosphates est généralement élevée dans les eaux polluées. Indépendamment des saisons, l'oued Chiffa est le site ayant la concentration moyenne la plus élevée en orthophosphates ( $0,51 \pm 0,45$  mg/l) dans la présente étude. Cette situation est attribuable aux activités anthropiques. Selon Goltennan [754], l'application d'engrais, l'utilisation des détergents et le déversement d'eaux usées domestiques contribuent largement à l'augmentation des concentrations de cet élément dans les eaux.

Par ailleurs, Banerjea [755] a estimé que les lacs devraient être au-dessus de 0.2 mg/l en concentration des orthophosphates pour permettre une production élevée de poissons.

Les faibles concentrations trouvées dans les réservoirs d'eau de Keddara, de Lakhal, de Ghrib et de Taksebt au cours de cette étude pourraient être expliquées par la sédimentation de ce composé, ainsi que l'affirment Ovie et Ovie [756] selon lesquels plus de 90% de cet élément se sédimente au fond des lacs.

L'azote sous forme de nitrate est plus significatif que le nitrite dans l'eau douce. Il s'agit de la forme hautement oxydée de l'azote et il est essentiel pour la croissance du plancton. Le nitrate est le produit final de la stabilisation aérobie de l'azote organique. Il est présent sous forme de traces dans l'eau de surface. La concentration en nitrates dépend de l'activité des bactéries nitrifiantes, qui à son tour est influencée par la présence de l'oxygène dissous. Le rejet des eaux usées, les eaux de ruissellement naturelles et les déchets agricoles contribuent à la teneur en nitrates dans l'eau douce [757 ; 758 ; 759 : 760]. Dans la présente étude, les teneurs moyennes en nitrates variaient de 6.11 mg/l dans le lac de Keddara, et 1.32 mg/l dans le lac de Taksebt. La plus faible valeur a été enregistrée dans l'oued Chiffa (0.50 mg/l).

De faibles concentrations ont été déjà enregistrées pour les nitrates: 0,12-2.24 mg/l dans le lac Oguta (Nigéria) et de 0,06-14.8mg/l dans le lac Shiroro (Niger) par Kolo [733]. Sushama [761], Kadeeja Beevi et *al.*, [762] et Kummara et *al.*, [763] notent des concentrations supérieures à 2 mg/l de nitrate dans de nombreux systèmes d'eau douce de l'Inde. Luay [741] a également noté des teneurs élevées dans la rivière Zab en Irak (entre 29.1 et 71.3 µg/l). Selon Kapoor [764] et Kodarkar [765], des teneurs en nitrates élevées indiquent une forte pollution organique. Dans la présente étude, seuls les sites de Keddara et de Lakhal comportaient des teneurs en nitrates relativement élevées et donc seraient plus pollués par rapport aux autres retenues de barrages L'augmentation de la teneur en nitrates pendant l'été ou à la fin de l'été comme il a été constaté dans les lacs de Ghrib et de Boukourdane peut être due à la décomposition des matières organiques. En effet, la décomposition bactérienne de la matière organique lors de la période chaude a tendance à augmenter la concentration des nitrates. Une telle augmentation de nitrates due à la décomposition de la matière organique a été rapportée par Zafar [316], Krishnaswarup et Singh [766] et Aravindkwnar et Gupta [767].

Wetzel [768] a estimé que la concentration des nitrates varie de 0 à 1 mg/l dans une eau non polluée.

Compte tenu de cette concentration faible en nitrates dans les lacs étudiés ici, elle n'est pas indicatrice de la pollution. En général, pour la plupart des sites, la diminution des concentrations en nitrates au printemps pourrait

être attribuée à l'absorption des nitrates par le phytoplancton et sa réduction par les bactéries dénitrifiantes comme l'ont déjà constatés certains auteurs [769 ; 770]. L'augmentation des nitrates au cours des saisons froides pourrait être attribuée à la faible consommation par le phytoplancton ainsi que par l'oxydation de l'ammoniaque par des bactéries nitrifiantes.

Les nitrites sont la forme partiellement oxydés de l'azote. Dans la présente étude, la teneur moyenne en nitrites variait de 0.04 mg/l dans le lac de Taksebt à 0.23 mg/l dans le réservoir d'eau de Lakhal. Ces faibles valeurs seraient dues à la conversion rapide des nitrites en nitrates par l'action des bactéries nitrifiantes [771 ; 772 ; 773].

La libération des orthophosphates a généralement lieu lorsque la concentration en nitrates est faible, et vice versa lorsque la concentration des nitrates est plus élevée la concentration des phosphates commence à diminuer.

L'accumulation de minéraux et la conductivité varient en fonction des saisons, ce qui a été déjà rapporté dans les travaux de Baijot et *al.*, [736]. Une conductivité élevée indique un niveau de concentration ionique élevée. C'est ce qui a été observé dans la présente étude, en particulier au lac de Ghrib. Les valeurs de la conductivité ont été légèrement plus élevées durant tout l'été en raison du niveau d'eau bas et de l'augmentation du taux d'évaporation. De même, Rao *el al.*, [774] ont noté des valeurs de conductivité élevées durant les mois d'été dans le lac Kolleru. Trivedi et Goel [775] ont estimé qu'en général, les lacs d'eau douce dans leur état naturel, sans action anthropique, ont des valeurs de conductivité faibles.

Une concentration élevée en ions (magnésium et calcium) a également été observée pendant la saison chaude, ce qui a été attribué à l'évapotranspiration tandis qu'une faible concentration durant la saison des pluies est due à la dilution. Les valeurs moyennes du calcium et du magnésium dans l'oued Chiffa (110.17 mg/l; 32.83 mg/l) et dans le lac de Keddara (91.24 mg/l; 41.81 mg/l) sont relativement élevées et supérieures à celles rapportées par Al-Kubasi [776] dans la rivière Sadam en Irak et par Olele et Eklemu [777] dans le lac Onah au Nigeria.

En calculant le rapport  $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+}$  des lacs nous obtenons des valeurs supérieures à 2. En se référant au tableau n° 4.2, nous pouvons déduire la présence de gypse ou de calcite dans les lacs étudiés ici.

Tableau 4.2: Caractéristique physico-chimiques des eaux [740].

$\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} > 2$	présence de gypse ou de calcite
$\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} = 1$	présence de dolomie
$\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} < 1$	marque de l'eau de mer (intrusion saline) ou échange de bases

La variation des cations majeurs dans cette étude peut être présentée comme suit:

- Keddara,  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ , les eaux sont sodiques avec des concentrations relativement élevées en sodium
- Lakhal,  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ , se présentent dans un faciès mixte avec enrichissement en magnésium, mais reste malgré tout dominé par le sodium et par le calcium;
- Ghrib,  $\text{Na}^+ \gg \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ , les eaux sont sodiques avec des concentrations très élevées en sodium
- Boukourdane,  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ , se présentent dans un faciès mixte avec enrichissement en magnésium, mais reste malgré tout dominé par le sodium et le calcium;
- Taksebt,  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$ , sont calciques
- Oued Chiffa,  $\text{Ca}^{2+} \gg \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ , cet ordre est celui de la composition naturelle des cations des rivières à l'échelle mondiale [778].

Ce résumé montre l'influence de la nature géologique du bassin des lacs essentiellement calcaire. Les concentrations du calcium, magnésium et sodium changent significativement en fonction des sites d'échantillonnage surtout dans le cas des lacs de Keddara et celui de Ghrib. Par ailleurs, une forte salinité de l'eau peut réduire la diversité et la densité du plancton [677]. Ceci a été le cas des réservoirs de Keddara et surtout de Ghrib (figures 3.9 et 3.11).

La composition ionique établit également la relation sulfates > chlorures. Dans tous les réservoirs, on note une dominance des sulfates. Armengol et *al.*, [779] ont également caractérisé les réservoirs espagnols de réservoirs sulfatés. Selon Margalef et *al.*, [441], Schindler [780]; Naselli-Flores [781] et Marcé et *al.*, [782] une des caractéristique de ce type de réservoir est leur sensibilité à l'eutrophisation.

Les proportions de ces ions par rapport à la norme :  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+$  sulfates > chlorures comme proposés par Rodhe [783] montrent que d'un côté deux sites (Keddara et Ghrib) montrent des teneurs en chlorures élevées et de l'autre côté les autres sites (Lakhal, Boukourdane, Taksebt et oued Chiffa) qui montrent des concentrations plus faibles par rapport à la norme. Les écarts observés à Keddara et à Ghrib ont été également rapportés dans d'autres réservoirs par d'autres auteurs comme Wetzel [768], Johnson [784]. Nous avons noté également que dans l'ensemble de ces sites, ce sont les valeurs printanières et estivales qui sont les plus élevées. Ceci nous paraît normal du fait que d'une part, la réduction des masses d'eau douce en été par évaporation (rapportée également par Bwala et *al.*, [785] dans le lac Kainji au Nigeria) et d'autre part par la baisse des eaux des oueds, ceci favoriserait ces valeurs relativement élevées. Néanmoins, toutes les concentrations sont au-delà de 50mg /l sauf celle observée dans le lac de Taksebt. Selon Nisbet et Vernaux, [312] ces valeurs peuvent être considérées comme valeurs dangereuses pour certains organismes: cette salinité a en effet une influence sur les espèces sténohalines et peut induire des perturbations dans le milieu aquatique considéré par conséquent, des effets écologiques sur le milieu aquatique [786].

Si on se réfère aux teneurs en oxygène dissous, en orthophosphates, nitrates et nitrites et en azote ammoniacal retenues par le ministère algérien de l'hydraulique (1999) pour caractériser les eaux de surface (voir Tableau 4.3), nous pouvons conclure que les eaux de ces retenues sont de qualité bonne pour l'O<sub>2</sub>, de qualité excellente à bonne pour tous les autres paramètres (Tableau 4.4).

**Tableau 4.3:** Grille de qualité globale des eaux de surface

Qualité de l'eau Paramètre	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
O <sub>2</sub> dissous %	> 90%	70 à 90	50 à 70	< 50	0
NH <sub>4</sub> mg/l	< 0.1	0.1 à 0.5	0.5 à 2	2 à 8	> 8
PO <sub>4</sub> mg/l	< 0.2	0.2 à 0.5	0.5 à 1	1 à 2	> 2
NO <sub>3</sub> mg/l	< 5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	>80
NO <sub>2</sub> mg/l	< 0.1	0.1 à 0.3	0.3 à 1	1 à 2	>2

Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire, (Octobre 1999)

**Tableau 4.4:** Grille de qualité de classification des sites d'étude

Plan d'eau Paramètre	Boukourdane	Lakhal	Taksebt	Ghrib	Keddara	Chiffa
O <sub>2</sub> dissous	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
NH <sub>4</sub> mg/l	Excellente	Bonne	Excellente	Bonne	Excellente	Excellente
PO <sub>4</sub> mg/l	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Excellente	Passable
NO <sub>3</sub> mg/l	Excellente	Bonne	Excellente	Excellente	Bonne	Excellente
NO <sub>2</sub> mg/l	Excellente	Bonne	Excellente	Bonne	Excellente	Excellente

Les mêmes résultats ont été obtenus par le Système d'Evaluation de la Qualité des cours d'eau (SEQ) (2003) (voir Tableaux 3.1 à 3.6).

Si on se réfère aux valeurs de Wetzel [768] (Tableau 4.5), concernant l'évaluation du niveau trophique à partir de la valeur moyenne de la chlorophylle a.

Tableau 4.5: Valeurs des seuils trophiques des plans d'eau

Degré de trophie	Moyenne de la chlorophylle a
Oligotrophe	0.33 à 3 µg/l
Mésotrophe	2 - 15 µg/l
Eutrophe	10 – 500 µg/l

Wetzel [768]

Nous pouvons résumer le statut trophique des plans d'eau étudiés dans ce travail suivant le tableau ci-dessous :

Tableau 4.6: Statut trophique des lacs en fonction de la chlorophylle a

Plan d'eau	Degré de trophie	Moyenne Chlorophylle a
Keddara	Mésotrophe	9,45 µg/l
Lakhal	Eutrophe	31,65 µg/l
Ghrib	Mésotrophe	3,80 µg/l
Boukourdane	Mésotrophe	5,22 µg/l
Taksebt	Eutrophe	30,31 µg/l
Oued Chiffa	Eutrophe	26.12 µg/l

Comme la concentration en chlorophylle a constitue une des réponses du milieu aux apports des nutriments, de nombreux pays évoquent les concentrations en chlorophylle a comme critère synthétique permettant d'évaluer le niveau d'eutrophisation d'un plan d'eau. Si on se réfère à ces valeurs seuils, nous pouvons situer le réservoir de Keddara à la fin de l'automne et durant l'hiver dans la catégorie oligotrophe et le réservoir de

Taksebt dans la catégorie mésotrophe à eutrophe selon la période de l'échantillonnage.

De nombreux facteurs de l'habitat aquatique sont inter-reliés et inter-dépendants et la variation de l'un influence l'autre. Dans la présente étude, plusieurs importantes relations positives et négatives entre les différents paramètres physico-chimiques ont été observées. Il y avait une relation positive entre la température de l'air et celle de l'eau.

La température de l'eau et la conductivité électrique ont été positivement corrélées à la plupart des autres variables dans les sites. De nombreux auteurs ont observé une relation inverse de l'oxygène dissous avec la température de l'eau [787 ; 788 ; 789 ; 790 ; 791]. L'analyse de corrélation a montré une relation inverse entre l'oxygène dissous et la température de l'eau dans les lacs de Lakhal, de Ghrib et de Boukourdane.

Les orthophosphates et les nitrates ont montré une corrélation faiblement significative avec la chlorophylle a ceci nous permet pas d'établir une relation directe avec le phytoplancton dans ces lacs.

#### 4.2. Structure de la communauté zooplanctonique

Un total de 158 espèces récoltées dont 33 espèces de Copépodes représentant 20.88% de ce total ont été identifiées (liste 1). La plupart de ces espèces appartiennent à la famille des Cyclopidae représenté par 15.82% du total des espèces inventoriées. De ce nombre, six sont rencontrées pour la première fois en Algérie: *Ectocyclops phaleratus*, *Microcyclops (Microcyclops) varicans varicans*, *Paracyclops affinis*, *Thermocyclops crassus*, *T. oblongatus* et *Tropodiaptomus (Tropodiaptomus) incognitus* et une nouvelle espèce est signalée pour l'Afrique, *Graeteriella unisetigera*. Nous avons identifié également 125 espèces et sous-espèces de Rotifères (Liste 2) soit 79.11% du total, réparti dans 19 familles (Tableau 3.16); 75 espèces sont nouvelles pour les écosystèmes continentaux de l'Algérie.

La plupart des espèces de Rotifères appartiennent aux familles des Brachionidae (21.6%) et des Lecanidae (13.6%). La famille des Brachionidae dont les espèces sont généralement planctoniques [550], est considérée

comme l'une des plus importantes du zooplancton dans les eaux continentales. La dominance de *Brachionus* est une indication que le réservoir est eutrophe; leur abondance étant due à la présence de matière organique dans les réservoirs, comme l'a déjà souligné Matsumura-Tundisi [792]. Au contraire, les Lecanidae sont littoraux et souvent associés à la communauté benthique et au périphyton, surtout dans les zones riches en végétation. Ces mêmes observations ont été rapportées dans les travaux de Hutchinson [19] et Neumann-Leitao et Noguiera [793]. Dans l'étude de Vieira et *al.*, [794] et Almeida et *al.*, [795] sur le zooplancton des lacs du Brésil, les Brachionidae et les Lecanidae étaient également les familles les plus représentées surtout après les saisons de pluies.

La richesse spécifique totale du zooplancton peut être classée en termes décroissants selon les sites : Boukourdane> Taksebt> Lakhel> Keddara> oued Chiffa> Ghrib. En fonction de la richesse spécifique en Copépodes Lakhel> Taksebt> Boukourdane> Keddara et oued Chiffa> Ghrib; en fonction de la diversité des Rotifères, Boukourdane> Taksebt> Lakhel> Keddara> oued Chiffa> Ghrib.

En général, l'analyse des communautés de zooplancton durant toute la période d'étude étudiée reflète la dominance des Rotifères surtout dans les réservoirs productifs comme Boukourdane, Lakhel et Taksebt. Ceci a déjà été décrit dans la littérature par Bays et Crisman [796]; Haberman [797] et Baiao et Boavida [798] et les lacs algériens ne font pas exception. La forte densité de population des Rotifères peut être attribuée à leur reproduction parthénogénétique et à leur temps très court de développement [799], à leurs variations morphologiques, leurs adaptations [382] et leur capacité à se nourrir d'aliments différents. La domination des Rotifères est due également à leur préférence pour les eaux chaudes comme l'a souligné Dumont [463] et Segers [501].

Durant les dernières décennies, plusieurs études ont signalé le changement de la structure des communautés de plancton en fonction du gradient trophique [800 ; 801 ;802 ; 592].

En fait, l'abondance des Rotifères, ainsi que la composition des espèces et leur distribution sont souvent le reflet de l'état trophique des lacs ([803 ; 804 ;

805 ; 471 ; 806]. La contribution des Rotifères dans la communauté zooplanctonique augmente avec l'eutrophisation [807].

La diminution de la diversité et de la densité peut être liée au vieillissement des réservoirs comme l'ont observé Popp *et al.*, [808] et Mittelbach *et al.*, [809]; c'est le cas du réservoir de Ghrib. Cependant, les études sur les Rotifères dans les réservoirs algériens sont sporadiques et toute comparaison est ainsi difficile.

Par ailleurs, l'abondance relativement faible des Copépodes par rapport aux Rotifères a été probablement le résultat de l'hydrodynamique du réservoir, de l'âge du réservoir et à sa morphométrie. Elle peut également être due à une reproduction plus lente, à l'absence de formes parthénogénétiques et à une nourriture plus sélective.

Dans la zone étudiée, la répartition horizontale des espèces était ainsi : 40% des espèces étaient littorales, 30.4% étaient pélagiques, 22.4% étaient des migrants occasionnels et 7.2% sans préférence pour aucun habitat. La plus grande richesse a été trouvée dans la zone littorale en raison de son emplacement dans la zone écotone et la présence de végétation flottante abondante. D'après Sladeczek [195], Egborge et Chigbu [510] et Akinbuwa et Adeniyi ([511]; Hobæk *et al.*, [810] et Czerniawski et Piasecki [811], si on considère la communauté zooplanctonique, le nombre d'espèces des zones limnétiques est généralement plus élevée pour les différentes raisons citées précédemment. Dajoz [589], rapporte que dans les zones marginales des lacs où se manifeste ainsi un « effet de bord », la faune est plus riche que dans les biocénoses adjacentes.

Margalef (1968) *in* Lair [812] rapporte que la diversité donne une indication claire sur les chaînes trophiques dans les écosystèmes aquatiques. L'existence parfois d'un faible nombre d'espèces qui dominent l'ensemble des peuplements a influencé leurs diversités évaluées par l'indice de Shannon-Weaver. Cet indice de diversité ( $H'$ ) montre des valeurs inférieures à 2 pour les peuplements de Copépodes et des valeurs supérieures à 2.50 pour les Rotifères durant toute la période d'étude. Ces observations nous ont permis de classer les retenues des barrages selon les moyennes de leurs indices de

Shannon et Weaver; ainsi nous constatons que toutes les retenues à l'exception de la retenue du barrage de Ghrib ont une diversité moyenne supérieure à 2. Les faibles amplitudes des variations spatio-temporelles de la diversité et de l'équitabilité sont typiques d'un peuplement relativement stable. En effet, une diversité faible caractérise, en principe un peuplement jeune, à haut pouvoir de multiplication; à dominance nette d'une espèce ou d'un petit nombre d'espèces, alors qu'une diversité élevée indique une grande maturité du peuplement (Margalef, 1986 *in* Lair [812]).

Les indices de diversité sont liées à la qualité de l'eau, Wilhem et De Dorris [813] notent que les indices avec des valeurs inférieures à 1.0 indique une eau fortement polluée, alors que les valeurs entre 1.0 et 3.0 indique des eaux modérément polluées, et que les indices supérieurs à 3.0 sont associés à une eau propre non polluée.

Tous les indices calculés varient entre 2.10 et 2.59 indiquant que les eaux des lacs étudiés sont modérément polluées. Par conséquent, cet indice pourrait servir comme valeur de référence à laquelle les études futures peuvent être comparées.

Les valeurs des indices de l'équitabilité des espèces de zooplancton sont faibles durant les mois froids et plus élevées durant les mois chauds. Cette faible diversité peut être due à un stress environnemental selon Hawkes [814] qui considère qu'une diversité faible est le reflet de stress environnementaux. Pendant cette période, l'abondance du phytoplancton est également faible en raison de la pluie. Ramanujan [815] rapporte dans ses travaux que l'épuisement du phytoplancton affecte naturellement la population de zooplancton, c'est le cas de cette étude.

Dans les retenues d'eau de Lakhal, de Taksebt et de Boukourdane, la densité annuelle des Rotifères a été largement supérieure à celle des Copépodes surtout dans les deux premiers barrages. Les organismes de petite taille comme les Rotifères en position de dominance a également été décrit pour un certain nombre de réservoirs méso-eutrophes de la région méditerranéenne [406 ; 816 ; 817]. Nos résultats suggèrent une forte prédation par les poissons. En effet, De Vries et Stein [551] ont rapporté que les poissons sélectionnent les formes plus grandes du zooplancton conduisant ainsi à une

augmentation des organismes de petite taille. Toutes ces observations ont été également rapportées dans les travaux de Wallace et Snell [818] et Williamson [534]. Bien qu'il n'y ait pas de données ichtyofaune dans cette étude; des recherches ultérieures sur les interactions poissons-zooplancton pourraient expliquer ces observations.

Dans un même lac, l'évolution saisonnière du zooplancton suit souvent un certain rythme d'année en année ([819; 820 ; 821]. Nos observations dans les lacs de Lakhal, Keddara, Ghrib et Boukourdane qui avaient fait l'objet de deux années d'échantillonnage (Tableau 4.7), sont similaires à celles des auteurs précédemment cités.

La récolte totale des individus au cours de la deuxième année dans tous les plans d'eau est supérieure à celle de la première année. Cependant, la différence entre les deux années dans chaque retenue est peu significative, ce qui laisse supposer que la population zooplanctonique a été régie par les mêmes conditions abiotiques et biotiques.

Tableau 4.7: Comparaison du nombre d'individus/l récoltés au cours des deux années d'échantillonnage.

Année	Taxons	Lakhal	Keddara	Boukourdane	Ghrib
1 <sup>ère</sup> année	Copépodes	2435	1447	3845	1438
	Rotifères	10615	1414	1063	1268
	Total	13050	2861	4908	2706
2 <sup>ème</sup> année	Copépodes	2724	1192	2480	2391
	Rotifères	12695	1300	1284	1552
	Total	15419	2492	3764	3943

Les échantillons étudiés ont été récoltés au cours de la journée (le matin entre 8 et 11 heures), ce qui explique que les effectifs du zooplancton obtenus

sont probablement inférieurs à la réalité. En effet, selon Szlauer L [822] et Szlauer B [823], pendant la journée, le zooplancton entre dans les couches profondes des réservoirs.

Les travaux de Primicerio, [824] et ceux de Lampert [825] ont rapporté que dans les lacs stratifiés thermiquement des régions tempérées et tropicales, les gradients verticaux de la lumière, de la température, de l'oxygène, de la disponibilité alimentaire, de la compétition interspécifique et le risque de prédation fournissent une multitude d'habitats différents sur la profondeur pour le zooplancton. En conséquence, le zooplancton eux-mêmes se répartissent activement entre les habitats de différente profondeur en réponse à des degrés divers des altérations de la qualité de l'habitat. Les gradients verticaux de lumière créent un refuge pour les espèces proies en leur permettant d'échapper à l'alimentation des prédateurs [826 ; 827]. En fait, c'est surtout au moment où l'intensité lumineuse est maximale que les Copépodes se trouvent plutôt dans les strates inférieures des plans d'eau. Le biais aurait été moindre si les prélèvements avaient été effectués au début de la matinée ou en fin de soirée, d'où le nombre du zooplancton trouvé a été probablement inférieur à ce qu'il serait si les prises ont été acquises durant la nuit ou tôt dans la matinée. Il est cependant intéressant de bien noter que l'heure de prélèvement est importante pour une étude des populations planctoniques dans un plan d'eau.

La corrélation de Pearson et l'étude statistique basée sur l'analyse de redondance (RDA) et l'analyse canonique des correspondances détendancée (DCCA) a permis d'étudier la dynamique des populations de zooplancton. Il ressort de cette étude, que la dynamique de ce peuplement et en particulier les variations annuelles de la densité sont extrêmement variables et sont influencées par un éventail de facteurs, les facteurs abiotiques (température, oxygène dissous, la chimie de l'eau en général, l'intensité lumineuse), et les facteurs biotiques : la prédation, la qualité et la quantité des aliments et la concurrence inter- et intra-spécifique comme l'ont déjà constaté certains auteurs comme Paras et *al.*, [828].

Ainsi, il est impossible d'attribuer les fluctuations d'une population à un seul facteur mais plutôt à la combinaison de tous les facteurs cités précédemment.

Toutefois, une influence majeure est exercée par le cycle de disponibilité du phytoplancton comme source de nourriture. Plusieurs études ont démontré que les variables comme la croissance du phytoplancton au printemps comme il a été constaté dans cette étude (Figure 3.92) liée à une élévation de la température (Figure 3.1), à la disponibilité de la lumière et à l'augmentation des éléments nutritifs (Figures 3.5 à 3.8) peuvent avoir favorisé l'abondance du zooplancton durant cette période [546 ; 554 ; 829 ; 830 ; 831 ; 832 ; 833].

#### 4.3. Structure de la communauté phytoplanctonique

Au total, 398 taxons de phytoplancton ont été recensés (Liste 3). La majorité de ces espèces sont précédemment connues en Afrique du Nord [834 ; 622 ; 835 ; 836 ; 837 ; 120] ou dans les eaux européennes [838 ; 650 ; 651 ; 839 ; 841].

Dans l'ensemble, la diversité du phytoplancton total peuvent être ordonnée selon le site : Lakhel > Taksebt > Keddara > Boukourdane > Ghrib > oued Chiffa.

Il a été généralement observé que le nombre maximum d'espèces observées appartient à la classe des Chlorophycées, qui représente le groupe le plus productif dans tous les sites au cours de cette d'étude; puis, viennent les Bacillariophycées (Pennales) les Cyanobactéries et enfin les Euglénophycées.

##### ❖ Chlorophyta

Parmi les Chlorophyta, le pourcentage des Chlorococcales dans toute la zone d'étude était de 22,36% alors que le pourcentage des Desmidiiales a été inférieur (11,30%). En général, les Desmidiiales ne sont que peu ou pas présentes dans les eaux polluées riches en éléments nutritifs alors que les Chlorococcales prospèrent dans les milieux riches en NO<sub>3</sub> [842], et préfèrent les pH alcalins et les températures modérément élevée [843]. Selon Sharma et al., [843], ce type d'algues prospère également dans une eau dure. Leur richesse spécifique élevée est un signe de pollution et un signe d'écosystèmes mésotrophes à eutrophes [844]. Dans cette étude, nous avons identifié 89 espèces, ce qui représente une diversité spécifique élevée et suggère donc un milieu pollué. Les espèces de *Scenedesmus* sont bien connues pour leur capacité d'adaptation à la pollution organique [845] et préfèrent les milieux

eutrophes [846]. Ce genre a été représenté par 12 espèces et retrouvées dans tous les plans d'eau sauf dans la retenue du barrage de Ghrib.

Les formes filamenteuses dans l'oued Chiffa ont été dominantes en particulier les genres *Cladophora* et *Spirogyra*, mais très peu d'entre elles ont été retrouvées dans les réservoirs. *Cladophora glomerata* est une espèce qui croît mieux dans les eaux courantes et sur les surfaces de pierre [847].

Les espèces d'*Oedogonium* ont été trouvées dans les lacs de Boukourdane, Lakhal, Taksebt et Keddara. En général, ces espèces se développent mieux dans les systèmes alcalins [848].

Les espèces de *Pediastrum* et *Cosmarium* sont plus répandues dans la région d'étude mais toujours en petites quantités. Elles sont caractéristiques des milieux oligotrophes alors que *Pediastrum boryanum* et *P. duplex* sont caractéristiques des milieux mésotrophes [846].

La prédominance des Chlorophycées dans les lacs étudiés ici, suggèrent une pollution organique que l'on peut attribuer à des activités humaines dans les bassins étudiés. Cette interprétation est soutenue par les travaux de Hutchinson [19] et Patrick [849]. Cependant, les espèces typiques des eaux riches en éléments nutritifs comme le souligne l'étude de Sreenivasan et *al.*, [850 ; 851] sont *Oocystis*, *Ulothrix*, *Spirogyra* et *Micractinium*. Tewari et Srivastava en 2005 ajoutent à cette liste *Scenedesmus* et *Oedogonium*. Les espèces de *Mougeotia* sont capables de croître dans des conditions environnementales variées, dans les lacs d'eutrophe à oligotrophe, mais elles sont rarement dominantes dans les plans d'eau [852]. Dans les lacs étudiés ici, elles ont été surtout observées dans la partie littorale, sur des masses flottantes mêlées à d'autres algues, et font partie de la flore épiphytique.

Parmi les Desmidiées, l'abondance des *Closterium*> *Cosmarium*> *Micrasterias* que nous avons observée a été également trouvée dans les lacs Enugu et Onah et dans certaines rivières du sud du Nigeria [853 ; 854 ; 777]. L'abondance des espèces de Desmidiées peut être ordonnée ainsi Taksebt (22 espèces)> Lakhal (17 espèces)> Chiffa (12 espèces)> Boukourdane (11 espèces)> Keddara (10 espèces)> Ghrib (6 espèces). La prolifération des Desmidiées a probablement été rendue possible par le niveau de calcium élevé (Figure 3.12) dans les lacs et par les fortes précipitations de la saison hivernale. La plupart des espèces de ce groupe sont fréquemment présentes dans les

lacs oligotrophes [19 ; 855]. Leur présence indique généralement une bonne qualité de l'eau, leur absence est une indication de forte pollution de l'eau [856], de sorte qu'ils sont utilisés comme indicateurs trophiques du lac dans de nombreuses études limnologiques.

En l'absence d'étude sur les Desmidiées en Algérie, nous pensons que cette richesse spécifique pauvre a pour origine l'intensité de l'agriculture (apportant des ions calcium) et la présence de poissons herbivores comme la carpe qui s'en nourrissent. Une situation analogue a été observée dans l'étude faite par Lei et *al.*, [857] dans le lac Donghu en Chine.

#### ❖ Bacillariophyta

Il est bien connu que la combinaison des facteurs physiques, chimiques et biologiques détermine la répartition des communautés de Diatomées dans les lacs. Dans notre étude, ce groupe est représenté par un pourcentage de 22.83% de l'ensemble du phytoplancton. Ces observations dans le taux de présence des Diatomées sont en accord avec les conclusions de Burton et *al.*, [858] qui ont trouvé des Diatomées dans les systèmes aquatiques avec de faibles niveaux de N, de P et avec un pH alcalin. Owen et *al.*, [662] souligne que le développement des Diatomées, le pH, la conductivité électrique et les nitrates (NO<sub>3</sub>) semblent être étroitement liés. Ce sont probablement ces facteurs qui ont favorisé le développement de ce type d'algues dans les lacs étudiés ici. Certaines espèces sont indicatrices de l'habitat, du pH, de la conductivité électrique et de la température (Tableau voir Appendice 4). Selon Sladeczek (1986) *in* Almeida [859], les Diatomées fournissent de précieuses informations pour la surveillance de la qualité des eaux en particulier de la pollution organique.

Le nombre moyen d'individus le plus élevé est observé dans la retenue de Lakhal (Figure 3. 94) surtout pendant la deuxième période d'échantillonnage durant l'été (E2). *Cyclotella meneghiniana*, connue pour être une Diatomée indicatrice de pollution [657] est présente dans les deux lacs Boukourdane et Lakhal. *Nitzschia palea* trouvée seulement dans le barrage de Ghrib est un taxon indicateur d'un état alpha mésosaprobe (voir Tableau en Appendice 4). *Navicula* et *Pinnularia* sont les genres souvent trouvés pendant toutes les saisons et semblent assez communes dans cette étude. *Melosira granulata* et

*M. varians* ont été enregistrées dans le lac de Taksebt et dans l'oued Chiffa. Anand [860] a remarqué l'affinité de ces espèces avec les courants rapides de l'eau et lorsque les températures sont basses (en hiver).

#### ❖ Cyanobactéries

De nombreux auteurs ont montré que les Cyanobactéries produisent des toxines [861 ; 862 ; 863] et peuvent constituer une menace pour la santé des humains, des poissons ainsi que pour les diverses formes de vie aquatique [864 ; 865 ; 866].

Dans les milieux étudiés ici, la densité globale des Cyanobactéries est caractérisée par des fluctuations saisonnières, le maximum est trouvé en été surtout dans le réservoir de Lakhal. La densité la moins élevée est notée durant les deux saisons hivernales.

Durant la période d'échantillonnage, 65 espèces appartenant à quatre ordres et représentant 16,29% de la diversité ont été récoltées. *M. aeruginosa* est présente dans tous les sites. Selon Reynolds [867], c'est une espèce tolérante au stress ayant un faible taux de croissance, une faible activité métabolique, une grande capacité de stockage des éléments nutritifs et résistante au pâturage. Selon Kilhman et Hecky [868] et Kromkamp et *al.*, [869], cette espèce nécessite des températures élevées (> 25°C) d'où son apparition à partir du printemps et sa présence durant tout l'été dans la zone d'étude. Elle est l'un des principaux producteurs de microcystines dans les lacs [870].

Les *Phormidium* et les *Pseudoanabaena* étaient peu abondantes dans les réservoirs. En outre, la température de l'eau et l'effet de la lumière a renforcé la croissance de certaines espèces d'*Oscillatoria*, donnant des densités élevées. Le maximum d'individus (1900 ind/l) a été enregistré dans l'oued Chiffa en août. Ceci a été observé également par El Asadi et *al.*, [835] dans la rivière Cheliff et la rivière Mina (Ouest de l'Algérie).

#### ❖ Euglenophyta

Les Euglenophyta se trouvent parmi les groupes les plus faiblement représentés dans les plans d'eau étudiés (6.03%). La densité la plus élevée a été observée dans le lac du barrage de Lakhal durant la deuxième période d'échantillonnage vers la fin du printemps (P2) (fin juin). Leur fréquence a été

faible en automne et en hiver. Bien que les conditions de température et de pH, en général, soient favorables à leur développement, elles n'ont pas été observées en forte densité dans les autres lacs. Elles sont absentes dans l'oued Chiffa.

Des études récentes faites par Napiorkowska-Krzebietke [871], Davies et *al.*, [872] et Syed Tariq et *al.*, [873] dans les lacs polonais, le Delta du Niger et dans les différents plans d'eau du Pakistan ont montré que les Euglénophycées dominaient la population phytoplanctonique dès le début de l'été.

Dans cette étude, 24 espèces ont été identifiées. Le genre *Phacus* avec 12 espèces a été le plus souvent récolté. Très tolérants à la pollution organique [874], plusieurs taxons dont *Euglena* et *Phacus* apparaissent limités aux eaux eutrophes et hypereutrophes [875 ; 872].

L'étude des populations de phytoplancton dans les différents lacs a révélé que la communauté a été affectée par les conditions physico-chimiques de l'eau, les fluctuations saisonnières et les différentes sources de pollution, notamment dans le lac du barrage Lakhal. Les effectifs totaux du phytoplancton présentent un maximum durant la saison printanière lorsque les phosphates et les nitrates présentent des valeurs élevées, ce qui favorise le développement du phytoplancton. Le nombre minimum a été enregistré en hiver lorsque les sels nutritifs sont en faibles concentrations et que la température est plus basse. Ces observations ont également été rapportées dans les travaux de Brehrendt [876] et de Liu et *al.*, [877].

Les différents groupes taxonomiques ont des exigences et des marges de tolérance différentes envers les divers facteurs environnementaux, ce qui a été mis en évidence par l'analyse de Pearson, de la DCCA et de la RDA.

#### 4.4. Analyse écologique et indices bioindicateurs :

L'analyse écologique des algues nous a permis d'effectuer une analyse des tendances des groupes indicateurs des communautés d'algues vis-à-vis de quelques facteurs environnementaux. En règle générale, ces facteurs comme la pollution, le pH, l'oxygène sont plus favorables pour les algues beta-mésosaprobiontes (algues vivant dans des eaux modérément polluées à teneur encore élevée en oxygène dissous); les algues alpha-mésosaprobiontes

(algues vivant dans des eaux polluées à teneur en oxygène dissous faible), et les algues oligosaprobiontes (algues vivant dans des eaux claires, sans pollution, sinon légère, et à forte teneur en oxygène dissous).

Les espèces qui peuplent la zone étudiée sont soit indifférentes ou halophiles habitant les eaux douces calmes à modérées. Cette relation établie entre les variables environnementales citées précédemment et la distribution des algues indiquent que les plans d'eau dans cette étude sont à caractère eutrophe et mésotrophe. Ceci est confirmé par l'étude des différents indices bioindicateurs (indice de Palmer, indice de Nygaard et indice de pollution de Patrick) et par les mesures de la chlorophylle a.

En effet, l'applicabilité de l'indice de Nygaard [646] et de la teneur en chlorophylle a se sont avérés les plus efficaces dans la classification des lacs (Tableau 4.8). Tous les lacs sont à caractère mésotrophe sauf le lac de Lakhal. Ce lac est eutrophe lorsqu'on considère l'indice des Cyanobactéries et l'indice des Chlorophycées alors que l'indice des Diatomées et l'indice des Euglénophycées le classe comme oligotrophe. Les résultats obtenus pour ce type d'indice sont similaires à ceux notés par Jafari et *al.*, [878] dans la rivière Mula en Inde.

**Tableau 4.8:** Comparaison des différents indices de trophie et de pollution

Site	Indice de Palmer	CQ	Indice de pollution	Chlorophylle a
LE	Forte pollution organique	Eutrophe	Pollution modérée	Eutrophe
TA	Forte pollution organique	Mésotrophe	Pollution modérée	Eutrophe
BO	Forte pollution organique	Mésotrophe	Pollution très modérée	Mésotrophe
KE	Forte pollution organique	Mésotrophe	Pollution élevée	Mésotrophe
GR	Pollution modérée	Mésotrophe	Pollution modérée	Mésotrophe
CH	Forte pollution organique	Mésotrophe	Pollution modérée	Eutrophe

Selon Hutchinson [19]; Ragothaman et Jaiswal [879]; Somani et Pejaver [880] et Sharban et Sinha [881] sur les cinq quotients suggérés par Nygaard, seul l'indice composé (CQ) a été largement utilisé pour comprendre les critères de la qualité de l'eau. Dans la présente étude, cet indice a révélé que les milieux aquatiques étudiés sont à caractère mésotrophe; seule la retenue de Lakhal est eutrophe.

#### 4.5. Succession saisonnière du plancton

Le modèle PEG (Plankton Ecology Group) a été proposé à la fin du 20<sup>ème</sup> siècle pour expliquer les changements saisonniers dans la communauté planctonique [561]. Le modèle a été établi sur la base de recherches menées sur le lac de Constance (Allemagne) et permet la prévision de changements dans la composition et la structure du plancton pendant toute l'année en formulant 24 points.

Nous avons tenté d'appliquer dans cette étude le modèle PEG :

Le renouvellement des nutriments se produit pendant la période hivernale avec comme résultat des conditions favorables au développement de petites algues au début du printemps. Au début du printemps, les Bacillariophyta et les Chlorophyta accroissent leur densité. Ainsi le premier maximum dans le développement du phytoplancton se produit au cours de la saison printanière ce qui est en accord avec le premier point du modèle de PEG.

Des quantités suffisantes d'algues comestibles servent de base pour le développement du zooplancton phytophage (point n° 2), tout d'abord les espèces qui ont une courte période de génération, c'est à dire les Rotifères ; puis plus tard celles qui ont un cycle plus long comme les Copépodes (point 3). A en juger par les données disponibles sur la concentration de la chlorophylle a et l'abondance du zooplancton, la « phase d'eau claire » dans nos réservoirs est nettement exprimée au début de l'été (lorsque la concentration de la chlorophylle a diminue par rapport à sa valeur printanière). Ces résultats sont largement en accord avec les prédictions de Sommer et al., (1986) exprimées par les points 4 et 5.

Conformément au point 6 du modèle, la densité du zooplancton baisse en raison de la diminution du phytoplancton et de l'augmentation de l'activité prédatrice des poissons planctonophages (point 7) avec comme conséquence

la diminution du zooplancton crustacé en été (ce résultat est analogue à celui observé par Goldyn et *al.*, [882]. Selon le modèle, une baisse de la fécondité se produit alors. Dans le cas des réservoirs étudiés ici, cette baisse de la fécondité peut être prouvée par la diminution marquée du nombre de nauplies et des copépodites (ces stades ont fait uniquement l'objet d'observations dans cette étude).

Au cours du printemps et de l'été, il y a une augmentation de l'abondance des Bacillariophyta surtout dans le lac de Lakhal au cours de la deuxième année (P2 et E2) et l'augmentation des Chlorophyta (P2). Les Euglenophyta comme *Phacus* et *Euglena* apparaissent également à ce moment là. Les Pyrrophyta principalement *Ceratium hirundinella* apparaissent en grand nombre.

A la fin du printemps et durant toute la saison estivale, la composition qualitative et quantitative du phytoplancton diminue (Figure 3.92) ce qui indique que les conditions environnementales ne permettent plus d'assurer la survie et le développement des divers groupes de phytoplancton. Une augmentation marquée est observée dans l'abondance des Cyanobactéries. Les réservoirs sont ainsi caractérisés par le développement intensif de *Microcystis aeruginosa*, *M. incerta* et surtout *Aphanisomenon flosa-quae* (dans le lac de Taksebt) qui durant certaines périodes de l'été cause des « fleurs d'eau » dans l'épilimnion. La présence de ce groupe d'algue en été est conforme avec les hypothèses du modèle et indique une forte influence de l'homme.

Cette pression anthropique a pour conséquence le développement préférentiel de petites formes (Rotifères et Cyclopoïdes) par rapport aux grandes formes (calanoïdes) (points 14 et 15).

A la fin de l'été et durant l'automne, des changements qualitatifs ou quantitatifs, se produisent dans la composition du zooplancton ce qui est en accord avec le point 16 du modèle.

En automne, les facteurs physiques comme la température et la lumière diminuent et affectent la composition et la structure du phytoplancton (points 17 à 21). Progressivement, le vent commence à mélanger les couches d'eau, les éléments nutritifs sont ainsi renouvelés, l'abondance du phytoplancton diminue (ce qu'indiquent les concentrations de la chlorophylle a) en raison de la pression accrue du zooplancton. En automne, se produit également un pic

moins important des Bacillariophyta ; l'abondance des Pyrrophytes (*Ceratium hirundinella*) reste élevée. Les Cyanobactéries sont moins abondantes, la présence d'algues comestibles et la pression réduite des poissons planctonophages conduisent à un pic du zooplancton (point 20) cependant moins élevé qu'en printemps et qu'en été.

En hiver, la production du phytoplancton diminue (indiquée par la baisse de la concentration en chlorophylle a) avec une nouvelle réduction de la température, la diminution de l'intensité lumineuse et de sa durée. Ceci est accompagné d'une diminution de l'abondance du zooplancton conformément aux points 21 et 22.

Au cours de cette période, la plupart des espèces ne sont plus présentes, passant par un état de dormance ou de diapause (point 23), ce qui se traduit par une baisse de la richesse spécifique (Figures 3.27 à 3.36) et par la présence majoritaire de stades larvaires dans la composition des Copépodes (point 24). Ostojic [883] cite dans ses travaux que les Calanoïdes sont plus abondants en hiver dans le réservoir Grosnica (Yougoslavie). Ceci a été observé surtout pour les Calanoïdes adultes de *Diaptomus cyaneus cyaneus* dans le lac de Taksebt (Figure 3.50.). Les Cyclopoïdes adultes ont été recensés de manière sporadique sauf pour *Cyclops strenuus* et *Acanthocyclops trajani*. En ce qui concerne les points 8 à 13, non cités ci-dessus, nos données sur le phytoplancton de la saison estivale apparaissent légèrement différentes de ceux attendus. La richesse spécifique la plus élevée a été enregistrée durant le printemps et non pas durant l'été.

Ces résultats obtenus dans nos réservoirs sont majoritairement en accord avec le mode PEG. Les écarts constatés sont plus qualitatifs que quantitatifs. Les efflorescences des Cyanobactéries et des Pyrrophyta au cours de l'été ont été confirmées par de nombreux auteurs (point 12). Leur résistance au « pâturage » est due à leur dimension, leur mobilité ou leur capacité à « flotter » et à leur capacité à produire des substances toxiques pour le zooplancton [884 ; 885].

La figure n° 4.1 résume globalement l'impact des variables environnementales, du phytoplancton et des poissons planctonophages sur les différentes communautés zooplanctoniques étudiées en fonction des saisons.

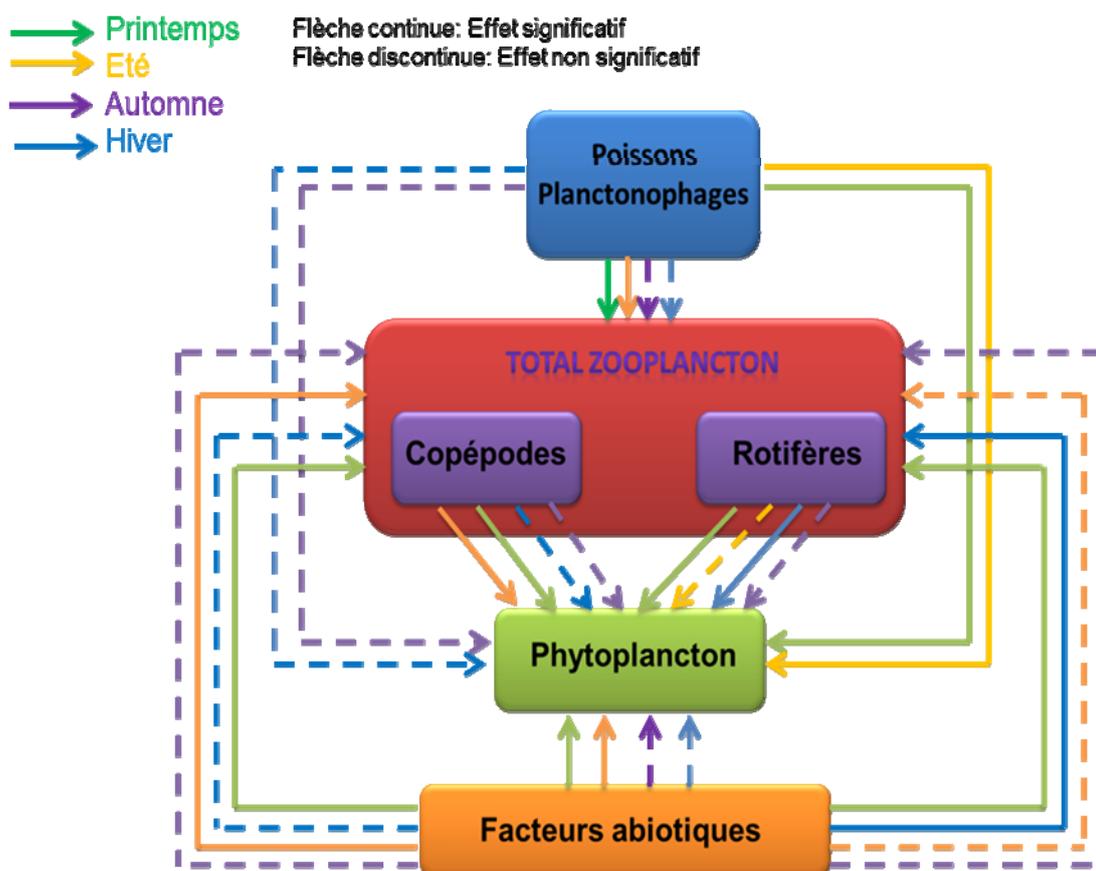


Figure 4.1: Figure résumant globalement l'influence des différentes variables sur le peuplement zooplanctonique et phytoplanctonique dans la majorité des lacs étudiés.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les lacs constituent une importante source naturelle pour les humains. Ils fournissent l'eau pour divers usages domestiques et industriels, la pêche et l'irrigation. La connaissance de l'hydrologie de ces lacs est essentielle pour leur bonne utilisation et la conservation. Les propriétés physico-chimiques et la quantité des nutriments dans l'eau jouent un rôle significatif dans la distribution et la composition de plancton.

L'étude actuelle s'est rapportée à l'écologie, la taxonomie et les variations saisonnières de la composition du plancton dans les lacs de Keddara, de Taksebt, de Boukourdane, de Lakhal et de Ghrib ainsi que d'un oued (l'oued Chiffa) pour contribuer à une certaine connaissance sur l'état physico-chimique et biologique de ces hydrosystèmes. Les investigations ont porté sur les facteurs physico-chimiques tels que la température, le pH, la conductivité, les ions chlorures, calcium, magnésium et sodium, l'oxygène dissous, les composés azotés, les orthophosphates, la chlorophylle a et quelques paramètres biologiques tels que la composition du phyto- et du zooplancton et leurs variations saisonnières.

Les cinq plans d'eau sont des lacs monomictiques chauds. L'augmentation du rayonnement solaire grâce à une longueur du jour relativement importante en été explique l'augmentation progressive à la fois de la température de l'air et de l'eau d'avril à septembre. De même, la réduction du rayonnement solaire entraîne la chute de la température d'octobre à février. L'augmentation de la température se fait à partir de mars.

Les réservoirs étudiés se présentent avec un faciès mixte dominé par le sodium et le calcium sauf pour les lacs de Keddara et Ghrib où l'on trouve des eaux sodiques c'est-à-dire à concentrations en sodium relativement élevées. Les valeurs moyennes du pH montrent une tendance vers la neutralité. La concentration en oxygène dissous des lacs a révélé qu'ils sont bien aérés, indépendamment de la saison. Les concentrations moyennes des orthophosphates varient entre un minimum de  $0,04 \pm 0,01$  mg/l dans le

réservoir de Keddara et un maximum de  $0,51 \pm 0,45$  mg/l dans l'oued chiffa. Cette variation de la quantité des orthophosphates s'explique par les effets des conditions aérobies et anaérobies sur la libération des phosphates dans les sédiments (dans des conditions aérobies, les équilibres d'échanges sont largement unidirectionnels vers les sédiments).

Les faibles valeurs des nitrates durant toute la période d'échantillonnage dans certains lacs indiquent une faible pollution.

Les fluctuations de la température de l'air et de la pluviométrie jouent un rôle important dans les variations inter-annuelles et intra-annuelles de la qualité physico-chimique des eaux.

Si on se réfère aux teneurs en oxygène dissous, en orthophosphates, en nitrates, en nitrites et en azote ammoniacal, nous pouvons conclure que pour l'ensemble des sites étudiés, les eaux sont de bonne qualité pour l'oxygène dissous et de qualité excellente à bonne pour les autres paramètres.

Les teneurs en chlorophylle a nous ont permis de classer les lacs comme suit : les réservoirs de Boukourdane, de Keddara et de Ghrib comme des lacs mésotrophes alors que le réservoir de Taksebt présente une tendance vers l'eutrophie; le lac de Lakhhal est jugé eutrophe.

Au vu de ces résultats, il semble nécessaire de poursuivre les campagnes annuelles d'analyses physico-chimiques des eaux afin de mieux comprendre l'évolution temporelle de ces paramètres.

Cette étude éco-biologique sur divers hydrosystèmes nous a permis également d'actualiser les données qualitatives relatives aux Copépodes et de faire un premier inventaire des Rotifères et du phytoplancton. Ces trois groupes forment une part importante du peuplement planctonique des eaux continentales algériennes. Les espèces identifiées se répartissent ainsi : 33 espèces de Copépodes, 125 espèces de Rotifères et 398 espèces de phytoplancton. La majorité des Copépodes sont représentés par des Cyclopoïdes. Les Calanoïdes sont relativement rares ou absents. En incluant dans notre étude un milieu lotique (oued Chiffa), nous avons trouvé deux représentants des Harpacticoïdes (*Attheyella* (*Mrazekiella*) *trispinosa* et *Phyllognathopus viguieri*). Pour l'ensemble du zooplancton, 7 espèces de

Copépodes et 75 espèces de Rotifères sont mentionnées pour la première fois en Algérie.

Ce peuplement referme des espèces à large répartition géographique, des espèces d'origine néarctique-néotropicale-orientale, ou d'origine paléarctique ou d'origine africaine ou éthiopienne. L'ensemble des résultats obtenus à partir de ces six plans d'eau suggèrent qu'il existe encore de nombreux genres et espèces à découvrir. Un inventaire systématique des hydrosystèmes algériens permettrait d'établir une liste plus complète de la faune existante.

L'examen comparatif des données sur la morphométrie des lacs, la nature géologique en relation avec la composition physico-chimique de l'eau, les besoins nutritifs des différents constituants du plancton expliquent en partie la différence dans le développement des espèces.

Parmi le zooplancton, la contribution relative des Copépodes a été faible sauf au cours du printemps. Les Rotifères sont le groupe dominant durant toute la période d'échantillonnage et constituent une fraction importante du zooplancton en relation avec leur développement court et leur capacité à se nourrir d'aliments différents comme les bactéries et les détritiques. Ceci les rend moins dépendants de la production autotrophe à la différence des Crustacés

Globalement, les populations zooplanctoniques sont restées faibles pendant l'hiver mais ont augmenté considérablement pendant le printemps dans la plupart des lacs. Des facteurs tels que l'intensité lumineuse, la disponibilité de la nourriture, l'oxygène dissous et l'effet de la prédation sont probablement à l'origine des fluctuations saisonnières. Un pH faible ou élevé, une salinité élevée réduisent leur diversité et la densité des populations de zooplancton. Les éléments du zooplancton sont considérés comme de bons indicateurs des plans d'eau. La plupart des espèces de Rotifères collectées ont en particulier été de bons indicateurs de conditions trophiques. Les Copépodes Calanoïdes sont des espèces indicatrices de milieux oligotrophes tandis que les Cyclopoïdes sont de bons indicateurs de condition eutrophe. La zone littorale a eu une forte influence sur la répartition du zooplancton. Elle constitue une véritable zone refuge par rapport à la prédation par les poissons; c'est le cas en

particulier pour les Copépodes. Les lacs sont souvent considérés comme des systèmes qui interagissent avec leur environnement terrestre. En conséquence, les études de lac, les programmes de surveillance ont tendance à se concentrer sur le système pélagique et à négliger le littoral. Cette contribution souligne l'importance des zones littorales pour le fonctionnement des lacs et suggère qu'il ne devrait pas être ignoré. Cet avis est conforté par la littérature nombreuse traitant des zones tropicales et tempérées.

Les périodes au cours desquelles le zooplancton se trouve dans les conditions de croissance les plus favorables sont en grande partie déterminées par le calendrier de la croissance du phytoplancton en relation avec la température de l'eau. Elles coïncident généralement avec la floraison printanière du phytoplancton. Il semble y avoir une relation étroite entre les fluctuations de la densité du zooplancton et du phytoplancton. Les populations de phytoplancton observées appartiennent à neuf groupes d'algues : Chlorophyta, Euglenophyta, Xanthophyta, Pyrrophyta, Charophyta, Rhodophyta, Chrysophyta, Cyanobactéries et Bacillariophyta. En général, les algues vertes (Chlorophytes) ont été observées en tant que groupe dominant sur les autres types d'algues, dans les différentes retenues d'eau, témoignant ainsi des exigences et de la tolérance de chaque groupe vis-à-vis des conditions environnementales. Les successions saisonnières des communautés phytoplanctoniques sont affectées par la température qui agit sur la périodicité des algues comme l'ont souligné plusieurs auteurs déjà cités. Plusieurs indices de pollution algale ont été employés pour évaluer la qualité des eaux de chaque masse d'eau, ce qui souligne l'intérêt de certaines espèces comme bioindicateurs de leur état trophique. Le quotient composé «Compound quotient» de Nygaard s'est révélé également utile pour évaluer le statut trophique de chaque lac. Le modèle PEG est aussi testé pour la première fois en Algérie pour expliquer la variation saisonnière de la communauté planctonique.

Dans l'avenir, l'échantillonnage de stations complémentaires permettrait :

- de valider les indices utilisés dans cette étude afin qu'ils puissent être utilisés en routine pour le contrôle et le suivi de la qualité de l'eau des plans d'eau par les services techniques territoriaux.

La méthode pourrait également être employée lors de prises de décision d'aménagement d'un site et au cours d'études d'impact d'une industrie ou d'une installation classée sur le milieu naturel. Enfin, elle pourrait être utilisée en tant que précurseur d'analyses physico-chimiques d'échantillons d'eau quand elle identifie un stress biologique.

- de confirmer que le modèle PEG peut être utilisé sur l'ensemble du territoire et quelle que soit l'époque de l'année comme le laissent présager les résultats de l'étude.

La mise en place d'un indice témoignant de la qualité générale des milieux comme ceux employés dans cette étude s'avérait difficile avec les données dont nous disposions. En effet, les caractéristiques écologiques des taxons de l'Algérie étaient, et sont encore, mal connues. Cependant, l'élaboration d'un tel indice qui témoigne aussi bien de la qualité de l'habitat que de la qualité des eaux serait intéressante. Des études complémentaires devraient permettre la mise en place progressive d'un indice de qualité générale des milieux aquatiques.

Les lacs étudiés au cours de ce travail apparaissent vulnérables aux effets des changements environnementaux liés aux activités humaines, au moins à l'échelle locale. Il sera nécessaire bien sûr d'observer et d'évaluer les changements à l'échelle des changements climatiques globaux. Il importe d'en assurer le suivi régulier de ces écosystèmes, et de mettre en place les mesures de protection et de gestion appropriées aux usages qui en sont attendus. Comme affirmé par Jeppesen et *al.*, [886 ; 887], à l'avenir, des seuils plus bas en nutriments seront nécessaires pour obtenir des conditions de l'eau claire et un état trophique bon des lacs.

Enfin, les principaux résultats de ce travail permettent de proposer de nouvelles perspectives de recherches notamment sur les thématiques suivantes :

- ✓ Etude des variations saisonnières verticales des facteurs abiotiques et biotiques;
- ✓ Standardisation des mesures : temps d'échantillonnage, fréquence, conservation et comptage pour assurer un maximum d'homogénéité dans les données recueillies;
- ✓ Etude des Cladocères et de la faune benthique qui occupent une part importante dans le régime alimentaire des poissons; ce sont également des bioindicateurs;
- ✓ Etude du périphyton, son utilisation est de plus en plus préconisée pour évaluer l'effet des polluants;
- ✓ Etude des macrophytes, végétaux macroscopiques identifiables à l'œil nu. Ils représentent un compartiment de l'hydrosystème riche en informations. De nombreux organismes vivent sur ou à proximité des macrophytes. Ils servent à la fois d'habitat pour des organismes variés et de source de nourriture pour les animaux aquatiques. L'épiphytisme est parfois important avec un développement des algues sur les autres macrophytes. Des poissons et leurs proies les utilisent également comme zone de frai ou comme refuge. Des études menées sur ces végétaux aquatiques ont ainsi permis de normaliser un Indice Biologique Macrophytique en Rivière (AFNOR);
- ✓ Etude complète des cycles de reproduction du zooplancton présent;
- ✓ Etudes des migrations nocturnes et diurnes du plancton;
- ✓ Détermination et évaluation des communautés piscicoles présentes, ainsi que leur cycle de vie (reproduction, développement) afin de mieux cerner leur rôle écologique dans ces milieux;
- ✓ Etude des Interactions poissons-zooplancton; poissons-phytoplancton et zooplancton-phytoplancton;
- ✓ Approfondissement de l'étude des relations Cyanobactéries-zooplancton, en particulier les effets anatomiques et physiologiques des cyanotoxines ;
- ✓ Etude du rôle des décomposeurs, microbiologie et santé des poissons.

En absence de travaux analogues, nos résultats n'ont guère pu être confrontés à ceux d'autres chercheurs de notre pays. Nous souhaitons que ce document puisse constituer une base de données pour de futures recherches et servir de référence aux autorités nationales compétentes afin de susciter et d'améliorer la prise en compte des paramètres écologiques dans la gestion et l'exploitation des réserves d'eau douce. Une telle prise en compte pourrait aboutir sur une réflexion sur les mesures à prendre pour améliorer le statut trophique (réglementation des activités polluantes, par exemple) et préserver la biodiversité de ces écosystèmes. A terme, ces démarches auront pour finalité de permettre l'utilisation durable de l'eau, si nécessaire pour maintenir l'équilibre écologique des écosystèmes aquatiques algériens ainsi que la pérennité et la qualité des ressources en eau.

## ABREVIATIONS

S : Station

{BO} : Boukourdane,

{LE} : Lakhal,

{TA} : Taksebt,

{GR} : Ghrib,

{KE} : Keddara

{CH} : oued Chiffa.

H1 : Hiver de la première année d'échantillonnage

H2 : Hiver de la deuxième année d'échantillonnage

P1 : Printemps de la première année d'échantillonnage

P2 : Printemps de la deuxième année d'échantillonnage

E1 : Été de la première année d'échantillonnage

E2 : Été de la deuxième année d'échantillonnage

A1 : Automne de la première année d'échantillonnage

A2 : Automne de la deuxième année d'échantillonnage

## APPENDICE 1

Tableau : Analyse statistiques des variables environnementales (codes : T : température, CE : conductivité, O<sub>2</sub> : oxygène dissous, NO<sub>3</sub> : nitrates, NO<sub>2</sub> : nitrites, PO<sub>4</sub> : orthophosphates, SO<sub>4</sub> : sulfates, Cl : chlorures, Ca : calcium, Mg : magnésium, Na : sodium, Chl.a : chlorophylle a, MO : matières organiques, NH<sub>4</sub> : azote ammoniacal.

### Keddara

Variable	All Groups Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	25	19,8680	10,9000	33,0000	6,71868	1,343735
pH	25	7,7364	7,0000	8,2000	0,32114	0,064228
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	25	1,2896	1,2000	1,5000	0,10402	0,020804
O <sub>2</sub> (%)	25	83,4244	36,6100	124,3900	23,28175	4,656350
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	6,1144	4,4900	8,9700	1,29049	0,258099
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,0343	0,0000	0,1600	0,05015	0,010030
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,0440	0,0000	0,3000	0,08139	0,016279
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	289,8800	270,0000	322,0000	15,94083	3,188166
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	146,0800	110,0000	213,0000	29,36114	5,872228
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	91,2444	67,0000	109,3200	17,77082	3,554164
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	41,8128	26,1000	54,7700	9,20301	1,840603
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	91,8056	82,0400	104,9500	6,29637	1,259274
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	25	9,4508	0,2800	35,4000	10,78505	2,157009
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	25	3,6400	0,0000	7,2000	1,65303	0,330606
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,0624	0,0000	0,4200	0,09589	0,019177

Variable	Année=2005-2006 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	3	19,0000	18,0000	20,0000	1,00000	0,57735
pH	3	7,9333	7,9000	7,9600	0,03055	0,01764
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	3	1,2333	1,2300	1,2400	0,00577	0,00333
O <sub>2</sub> (%)	3	88,8133	87,1500	90,5000	1,67512	0,96713
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	7,2967	7,0000	7,7800	0,42218	0,24374
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	0,1000	0,0000	0,1600	0,08718	0,05033
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	0,0733	0,0000	0,1200	0,06429	0,03712
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	306,6667	300,0000	320,0000	11,54701	6,66667
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	151,3333	110,0000	213,0000	54,42732	31,42363
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	106,6300	105,3400	107,3200	1,11808	0,64552
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	45,7700	43,1000	47,9100	2,44841	1,41359
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	88,3167	82,0400	94,8700	6,41947	3,70628
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	3	13,5200	3,0000	27,7400	12,77828	7,37754
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	3	4,6000	3,2000	5,6000	1,24900	0,72111
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	0,0733	0,0000	0,2200	0,12702	0,07333

Variable	Année=2006-2007 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	12	20,2583	12,0000	31,0000	6,58034	1,899580
pH	12	7,8175	7,3500	8,0400	0,19941	0,057566
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	12	1,2817	1,2000	1,4500	0,10170	0,029358
O <sub>2</sub> (%)	12	83,5075	36,6100	116,1300	22,64497	6,537041
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	6,3467	4,4900	8,9700	1,25786	0,363114
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,0165	0,0000	0,0700	0,02686	0,007754
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,0375	0,0000	0,3000	0,09324	0,026915
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	289,3333	270,0000	322,0000	16,14893	4,661794
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	140,0000	110,0000	185,0000	22,36068	6,454972
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	88,6708	67,0000	109,3200	18,84726	5,440737
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	41,2200	27,0000	54,7700	10,02079	2,892754
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	93,1908	85,0200	104,9500	7,19967	2,078366
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	12	9,9008	0,2800	35,4000	11,70983	3,380337
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	12	3,8500	0,0000	7,2000	1,93367	0,558203
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,0592	0,0000	0,4200	0,12169	0,035129

Variable	Année=2007-2008 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	10	19,6600	10,9000	33,0000	8,16867	2,583159
pH	10	7,5800	7,0000	8,2000	0,42111	0,133167
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	10	1,3160	1,2000	1,5000	0,11955	0,037807
O <sub>2</sub> (%)	10	81,7080	38,3000	124,3900	28,37435	8,972759
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	5,4810	4,5000	7,9000	1,21817	0,385220
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	0,0360	0,0000	0,1400	0,04766	0,015070
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	0,0430	0,0000	0,2200	0,07602	0,024039
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	285,5000	270,0000	310,0000	14,61544	4,621808
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	151,8000	130,0000	213,0000	30,57159	9,667586
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	89,7170	68,0000	109,0000	17,81503	5,633607
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	41,3370	26,1000	51,8800	9,79038	3,095990
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	91,1900	86,0100	100,0100	5,11556	1,617683
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	10	7,6900	0,7000	27,7400	9,85232	3,115576
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	10	3,1000	1,0000	4,5000	1,29615	0,409878
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	0,0630	0,0000	0,1400	0,05272	0,016670

### Oued Lakhal

Variable	All Groups Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	25	19,3280	8,50000	30,0000	6,46964	1,293928
pH	25	7,7840	7,10000	8,6000	0,34361	0,068722
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	25	0,6780	0,58000	0,8600	0,07895	0,015790
O <sub>2</sub> (%)	25	81,5080	50,00000	116,0000	17,79951	3,559901
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	6,0480	1,10000	12,0000	3,14074	0,628149
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,2345	0,00000	0,7500	0,18484	0,036968
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	24	0,1653	0,00000	0,5860	0,17813	0,036360
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	158,9600	98,00000	185,0000	19,50316	3,900632
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	62,4000	42,00000	75,0000	9,61769	1,923538
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	66,0800	49,00000	106,0000	16,91380	3,382760
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	15	27,0200	15,00000	34,0000	6,09616	1,574021
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	45,3392	10,00000	57,0000	10,87133	2,174267
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	25	31,6484	20,20000	67,9100	8,90874	1,781748
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	25	6,8680	4,20000	9,5000	1,20198	0,240397
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,1706	0,00000	1,2100	0,30887	0,061773

Variable	Année=2005-2006 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	3	14,5000	8,50000	18,0000	5,22015	3,01386
pH	3	7,9000	7,60000	8,2000	0,30000	0,17321
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	3	0,7500	0,68000	0,8600	0,09644	0,05568
O <sub>2</sub> (%)	3	91,3333	78,00000	105,0000	13,50309	7,79601
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	11,0000	9,00000	12,0000	1,73205	1,00000
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	0,3020	0,17500	0,4220	0,12365	0,07139
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	0,3577	0,00000	0,5860	0,31368	0,18110
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	130,0000	98,00000	149,0000	27,87472	16,09348
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	65,6667	55,00000	75,0000	10,06645	5,81187
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	92,6667	83,00000	106,0000	11,93035	6,88799
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	24,3333	15,00000	31,0000	8,32666	4,80740
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	33,3333	10,00000	54,0000	22,12088	12,77150
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	3	31,7967	30,87000	32,8700	1,00803	0,58199
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	3	6,3667	5,70000	7,0000	0,65064	0,37565
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	3	0,4113	0,00000	1,2100	0,69177	0,39939

Variable	Année=2006-2007 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	12	19,4333	11,5000	29,0000	6,06395	1,750512
pH	12	7,6917	7,1000	8,2000	0,35022	0,101099
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	12	0,6525	0,5800	0,7700	0,05707	0,016474
O <sub>2</sub> (%)	12	77,2250	50,0000	109,2000	17,44238	5,035181
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	5,8833	1,7000	10,3000	2,47196	0,713595
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,2258	0,0000	0,5500	0,15502	0,044751
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,2033	0,0000	0,3900	0,15282	0,044116
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	160,0000	134,0000	180,0000	15,79413	4,559373
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	65,5000	42,0000	75,0000	10,71532	3,093248
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	63,9167	51,0000	87,0000	13,89217	4,010324
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	8	27,4125	18,0000	34,0000	6,36877	2,251701
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	45,2250	29,0000	56,0000	8,76503	2,530245
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	12	32,9892	20,2000	67,9100	12,33429	3,560602
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	12	7,5667	6,3000	9,5000	0,90386	0,260923
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,2039	0,0000	0,9450	0,29818	0,086078

Variable	Année=2007-2008 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	10	20,6500	12,0000	30,0000	7,13384	2,255918
pH	10	7,8600	7,4000	8,6000	0,35024	0,110755
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	10	0,6870	0,5900	0,8600	0,08883	0,028089
O <sub>2</sub> (%)	10	83,7000	62,8000	116,0000	19,24890	6,087035
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	4,7600	1,1000	10,6000	2,84886	0,900888
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	0,2248	0,0000	0,7500	0,23794	0,075243
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	9	0,0504	0,0000	0,1800	0,06021	0,020071
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	166,4000	145,0000	185,0000	13,93796	4,407569
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	57,7000	43,0000	65,0000	6,54981	2,071232
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	60,7000	49,0000	98,0000	14,87765	4,704726
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	28,2500	23,0000	34,0000	4,78714	2,393568
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	49,0780	40,0000	57,0000	6,99482	2,211956
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	10	29,9950	24,7800	36,6500	4,47570	1,415342
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	10	6,1800	4,2000	7,5000	1,22456	0,387241
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	10	0,0584	0,0000	0,1960	0,06778	0,021434

### Ghrib

Variable	All Groups Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	21	18,9857	13,0000	30,000	5,2328	1,14189
pH	21	7,7210	7,1000	8,140	0,3180	0,06938
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	21	2,8571	2,4500	3,360	0,2808	0,06128
O <sub>2</sub> (%)	21	80,4233	60,0000	97,400	13,7186	2,99365
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	4,9348	1,0000	11,960	2,7119	0,59178
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	0,1173	0,0000	0,780	0,1679	0,03665
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	0,1550	0,0000	1,071	0,2781	0,06068
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	547,0686	102,3000	1300,000	315,9241	68,94030
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	527,1833	348,0000	695,000	92,8823	20,26859
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	52,3310	40,5000	67,200	7,8625	1,71575
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	23,4500	11,2000	35,550	6,1768	1,34789
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	341,4524	101,0000	475,300	75,4200	16,45799
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	21	3,8019	0,7800	7,700	2,3794	0,51923
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	21	6,6048	2,0000	8,500	1,6055	0,35034
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	21	0,1542	0,0000	1,920	0,4204	0,09173

Variable	Année=2006-2007 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	2	17,0500	13,6000	20,5000	4,87904	3,45000
pH	2	7,7550	7,6200	7,8900	0,19092	0,13500
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	2	3,0250	2,6900	3,3600	0,47376	0,33500
O <sub>2</sub> (%)	2	96,9000	96,4000	97,4000	0,70711	0,50000
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	6,8400	5,7100	7,9700	1,59806	1,13000
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,0750	0,0700	0,0800	0,00707	0,00500
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,6730	0,2750	1,0710	0,56286	0,39800
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	658,7100	602,1200	715,3000	80,03035	56,59000
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	488,1250	479,2500	497,0000	12,55115	8,87500
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	46,1000	41,4500	50,7500	6,57609	4,65000
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	27,9000	20,2500	35,5500	10,81873	7,65000
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	316,5000	312,0000	321,0000	6,36396	4,50000
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	2	3,6450	2,0300	5,2600	2,28395	1,61500
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	2	7,8000	7,7000	7,9000	0,14142	0,10000
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	1,2100	0,5000	1,9200	1,00409	0,71000

Variable	Année=2007-2008 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	12	18,2583	13,0000	26,300	4,8665	1,4048
pH	12	7,6117	7,1000	7,990	0,3384	0,0977
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	12	2,8492	2,5500	3,350	0,2614	0,0755
O <sub>2</sub> (%)	12	80,1025	61,3000	96,900	12,8366	3,7056
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	6,1625	3,2000	11,960	2,3862	0,6888
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,0612	0,0000	0,150	0,0510	0,0147
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,1591	0,0000	0,643	0,2184	0,0630
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	505,7850	102,3000	1300,000	391,1593	112,9180
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	550,8833	430,0000	674,500	77,5847	22,3968
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	53,3125	45,0000	67,200	7,5838	2,1893
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	24,6458	16,0000	31,400	3,9035	1,1268
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	350,4750	291,5000	475,300	50,6441	14,6197
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	12	3,8475	0,8100	6,500	2,2231	0,6418
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	12	6,0833	2,0000	8,500	1,8019	0,5202
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,0382	0,0000	0,170	0,0576	0,0166

Variable	Année=2008-2009 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	7	20,7857	13,0000	30,000	6,1483	2,32383
pH	7	7,8986	7,5000	8,140	0,2448	0,09254
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	7	2,8229	2,4500	3,200	0,2989	0,11298
O <sub>2</sub> (%)	7	76,2657	60,0000	96,600	14,6387	5,53290
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	2,2857	1,0000	4,000	1,1127	0,42056
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	0,2256	0,0200	0,780	0,2620	0,09903
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,00000
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	585,9429	393,9000	1020,000	204,4245	77,26522
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	497,7143	348,0000	695,000	122,6794	46,36846
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	52,4286	40,5000	62,000	8,8620	3,34954
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	20,1286	11,2000	34,000	7,5764	2,86362
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	333,1143	101,0000	472,000	117,4742	44,40109
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	7	3,7686	0,7800	7,700	2,9879	1,12934
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	7	7,1571	4,8000	8,000	1,1223	0,42418
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	0,0514	0,0000	0,170	0,0639	0,02415

### Boukourdane

Variable	All Groups Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	25	19,8680	12,8000	30,0000	5,22548	1,045095
pH	25	7,6280	6,3000	8,1000	0,35417	0,070833
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	25	0,6984	0,5800	0,9000	0,09123	0,018245
O <sub>2</sub> (%)	25	88,5720	44,3000	127,0000	19,00203	3,800406
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	3,6920	0,0000	11,0000	3,30340	0,660679
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,0991	0,0000	0,8170	0,19440	0,038881
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,3312	0,0000	2,1420	0,54990	0,109981
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	138,6800	122,0000	178,0000	14,76121	2,952242
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	72,1600	41,0000	86,0000	9,28116	1,856233
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	68,9600	54,0000	87,0000	6,95509	1,391019
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	32,8182	24,0000	43,0000	5,03623	1,518481
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	43,2400	31,0000	57,0000	6,73474	1,346947
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	25	5,2160	0,1170	17,0430	4,07928	0,815856
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	25	5,1040	2,0000	13,3000	2,77811	0,555622
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	25	0,0424	0,0000	0,3000	0,07495	0,014991

Variable	Année=2004-2005 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	2	21,2500	21,0000	21,5000	0,35355	0,25000
pH	2	7,8000	7,8000	7,8000	0,00000	0,00000
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	2	0,8250	0,7500	0,9000	0,10607	0,07500
O <sub>2</sub> (%)	2	87,5000	85,0000	90,0000	3,53553	2,50000
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	5,4500	2,9000	8,0000	3,60624	2,55000
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,0225	0,0010	0,0440	0,03041	0,02150
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	161,5000	145,0000	178,0000	23,33452	16,50000
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	70,5000	62,0000	79,0000	12,02082	8,50000
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	73,0000	72,0000	74,0000	1,41421	1,00000
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	36,0000	35,0000	37,0000	1,41421	1,00000
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	47,0000	40,0000	54,0000	9,89949	7,00000
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	2	9,1500	5,0000	13,3000	5,86899	4,15000
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	2	5,1000	4,0000	6,2000	1,55563	1,10000
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000

Variable	Année=2005-2006 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	12	19,5917	12,8000	30,0000	5,52967	1,596277
pH	12	7,7917	7,5000	8,1000	0,17299	0,049937
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	12	0,7050	0,5800	0,8900	0,10892	0,031443
O <sub>2</sub> (%)	12	96,0917	69,0000	127,0000	15,26526	4,406700
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	5,6917	2,0000	11,0000	3,19587	0,922567
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,1208	0,0000	0,8170	0,22687	0,065491
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,0270	0,0000	0,1740	0,05330	0,015385
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	141,2500	125,0000	164,0000	15,30968	4,419525
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	75,9167	66,0000	86,0000	6,45908	1,864575
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	71,0833	60,0000	87,0000	7,84461	2,264543
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	33,0000	24,0000	43,0000	7,31437	3,271085
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	47,3333	40,0000	57,0000	4,77367	1,378038
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	12	4,4398	0,1170	12,5000	3,40071	0,981700
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	12	5,9667	2,0000	13,3000	3,68593	1,064036
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,0471	0,0000	0,3000	0,09303	0,026856

Variable	Année=2006-2007 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	11	19,9182	13,0000	28,5000	5,60443	1,689799
pH	11	7,4182	6,3000	7,7000	0,42619	0,128501
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	11	0,6682	0,6000	0,7100	0,03920	0,011818
O <sub>2</sub> (%)	11	80,5636	44,3000	122,0000	21,68807	6,539200
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	1,1909	0,0000	3,1000	1,16486	0,351220
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	0,0893	0,0000	0,6000	0,17930	0,054061
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	0,7232	0,0000	2,1420	0,64856	0,195547
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	131,7273	122,0000	144,0000	6,73930	2,031976
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	68,3636	41,0000	79,0000	10,63271	3,205883
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	65,9091	54,0000	72,0000	5,41211	1,631812
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	31,0000	30,0000	32,0000	1,15470	0,577350
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	38,0909	31,0000	46,0000	4,67877	1,410703
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	11	5,3475	1,0700	17,0430	4,46476	1,346176
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	11	4,1636	2,3000	6,1000	1,21266	0,365631
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	11	0,0450	0,0000	0,2040	0,05974	0,018013

### Taksebt

Variable	All Groups Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	12	17,93333	11,00000	26,0000	5,79723	1,673516
pH	12	7,45000	6,90000	8,0000	0,42533	0,122783
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	12	0,36000	0,23000	0,5100	0,08180	0,023613
O <sub>2</sub> (%)	12	75,15833	32,80000	112,4000	22,75352	6,568375
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	1,32500	0,00000	6,3000	1,81214	0,523121
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,04717	0,00000	0,2370	0,07379	0,021302
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,19475	0,00000	0,5000	0,18821	0,054330
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	42,91667	32,00000	52,0000	5,97660	1,725295
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	20,41667	9,00000	36,0000	10,93334	3,156183
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	48,58333	39,00000	56,0000	5,50138	1,588111
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	13,58333	8,00000	24,0000	4,79504	1,384209
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	12,58333	9,00000	20,0000	3,31548	0,957097
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	12	30,31833	2,25000	68,2500	21,99876	6,350496
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	12	4,15000	2,70000	6,5000	1,24864	0,360450
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	12	0,02092	0,00000	0,0700	0,02147	0,006198

Variable	Année=2006-2007 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	5	12,94000	11,00000	16,20000	2,14895	0,96104
pH	5	7,32000	6,90000	7,70000	0,33466	0,14967
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	5	0,32600	0,23000	0,43000	0,09209	0,04118
O <sub>2</sub> (%)	5	66,64000	32,80000	96,00000	28,51829	12,75377
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	1,54000	0,00000	6,30000	2,68756	1,20192
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	0,05340	0,00000	0,23700	0,10297	0,04605
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	0,30820	0,00000	0,50000	0,22191	0,09924
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	42,20000	40,00000	44,00000	1,64317	0,73485
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	20,80000	10,00000	30,00000	9,14877	4,09145
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	47,60000	39,00000	56,00000	7,16240	3,20312
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	12,60000	8,00000	20,00000	5,17687	2,31517
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	10,60000	9,00000	13,00000	1,81659	0,81240
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	5	26,48600	2,25000	68,25000	31,77685	14,21104
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	5	3,28000	2,70000	3,80000	0,43243	0,19339
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	5	0,02240	0,00000	0,07000	0,02848	0,01274

Variable	Année=2007-2008 Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	7	21,50000	14,00000	26,0000	4,78714	1,809367
pH	7	7,54286	7,00000	8,0000	0,48255	0,182388
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	7	0,38429	0,28000	0,5100	0,07044	0,026624
O <sub>2</sub> (%)	7	81,24286	59,70000	112,4000	17,41559	6,582475
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	1,17143	0,00000	2,5000	1,06726	0,403387
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	0,04271	0,00000	0,1160	0,05347	0,020209
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	0,11371	0,00000	0,2750	0,11714	0,044276
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	43,42857	32,00000	52,0000	7,93425	2,998866
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	20,14286	9,00000	36,0000	12,77274	4,827641
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	49,28571	42,00000	56,0000	4,46148	1,686279
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	14,28571	10,00000	24,0000	4,78589	1,808897
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	14,00000	10,00000	20,0000	3,51188	1,327368
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	7	33,05571	7,90000	49,2900	13,89509	5,251851
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	7	4,77143	2,90000	6,5000	1,28545	0,485854
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	7	0,01986	0,00000	0,0500	0,01735	0,006559

### Oued Chiffa

Variable	All Groups Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	6	20,0833	15,00000	22,5000	2,76436	1,12854
pH	6	7,6250	7,50000	7,7500	0,08803	0,03594
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	6	0,9500	0,70000	1,2000	0,17607	0,07188
O <sub>2</sub> (%)	0					
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	0,5000	0,00000	3,0000	1,22474	0,50000
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	0,0618	0,00000	0,3710	0,15146	0,06183
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	0,5178	0,00000	2,7780	1,10988	0,45311
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	0,0000	0,00000	0,0000	0,00000	0,00000
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	59,1667	42,00000	98,0000	21,19827	8,65416
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	110,1667	87,00000	118,0000	13,02945	5,31925
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	32,8333	24,00000	42,0000	7,30525	2,98236
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	43,6667	32,00000	54,0000	8,47742	3,46089
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	6	26,1267	0,90000	82,9400	30,65061	12,51306
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	6	1,0850	0,40000	3,9300	1,40135	0,57210
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	6	0,0038	0,00000	0,0230	0,00939	0,00383

Année=2005-2006						
Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)						
Variable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	2	17,7500	15,00000	20,5000	3,88909	2,75000
pH	2	7,6000	7,60000	7,6000	0,00000	0,00000
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	2	1,0000	1,00000	1,0000	0,00000	0,00000
O <sub>2</sub> (%)	0					
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	1,5000	0,00000	3,0000	2,12132	1,50000
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,1855	0,00000	0,3710	0,26234	0,18550
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	1,4835	0,18900	2,7780	1,83070	1,29450
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,0000	0,00000	0,0000	0,00000	0,00000
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	43,5000	42,00000	45,0000	2,12132	1,50000
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	102,5000	87,00000	118,0000	21,92031	15,50000
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	37,0000	32,00000	42,0000	7,07107	5,00000
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	40,5000	32,00000	49,0000	12,02082	8,50000
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	2	1,4000	0,90000	1,9000	0,70711	0,50000
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	2	2,3650	0,80000	3,9300	2,21324	1,56500
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	2	0,0115	0,00000	0,0230	0,01626	0,01150

Année=2006-2007						
Descriptive Statistics (Physicochimie noms et unités)						
Variable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
T (°C)	4	21,2500	19,5000	22,5000	1,50000	0,75000
pH	4	7,6375	7,5000	7,7500	0,11087	0,05543
CE (Ms.cm <sup>-1</sup> )	4	0,9250	0,7000	1,2000	0,22174	0,11087
O <sub>2</sub> (%)	0					
NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000
NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000
PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	0,0350	0,0000	0,1220	0,05815	0,02908
SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000
Cl <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	67,0000	47,0000	98,0000	22,40536	11,20268
Ca <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	114,0000	102,0000	118,0000	8,00000	4,00000
Mg <sup>++</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	30,7500	24,0000	39,0000	7,41058	3,70529
Na <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	45,2500	35,0000	54,0000	7,84750	3,92375
Chl.a (ug.l <sup>-1</sup> )	4	38,4900	16,7000	82,9400	30,89000	15,44500
MO (mg.l <sup>-1</sup> )	4	0,4450	0,4000	0,5000	0,04203	0,02102
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000

Tableau : Corrélations entre les différentes variables physico-chimiques

## Keddara

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,05000$															
N=25 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,48	0,79	0,79	-0,39	0,16	0,09	0,54	0,47	0,69	0,87	0,73	0,57	0,28	0,14
pH	0,48	1,00	0,33	0,49	-0,01	0,15	-0,18	0,43	0,27	0,51	0,41	0,20	0,34	0,27	-0,30
CE	0,79	0,33	1,00	0,53	-0,36	0,12	0,18	0,18	0,68	0,46	0,66	0,77	0,46	0,19	-0,07
O <sub>2</sub>	0,79	0,49	0,53	1,00	-0,27	0,37	0,06	0,60	0,39	0,70	0,77	0,42	0,57	0,44	-0,08
NO <sub>3</sub>	-0,39	-0,01	-0,36	-0,27	1,00	0,27	-0,04	-0,15	-0,09	0,05	-0,43	-0,23	-0,21	0,32	-0,20
NO <sub>2</sub>	0,16	0,15	0,12	0,37	0,27	1,00	0,04	0,27	0,51	0,54	0,19	-0,11	0,37	0,56	-0,38
PO <sub>4</sub>	0,09	-0,18	0,18	0,06	-0,04	0,04	1,00	-0,02	0,12	0,06	0,30	0,19	-0,17	0,27	0,34
SO <sub>4</sub>	0,54	0,43	0,18	0,60	-0,15	0,27	-0,02	1,00	0,17	0,52	0,65	0,29	0,33	0,14	0,36
Cl <sup>-</sup>	0,47	0,27	0,68	0,39	-0,09	0,51	0,12	0,17	1,00	0,45	0,38	0,29	0,55	0,44	-0,31
Ca <sup>++</sup>	0,69	0,51	0,46	0,70	0,05	0,54	0,06	0,52	0,45	1,00	0,69	0,41	0,60	0,52	0,01
Mg <sup>++</sup>	0,87	0,41	0,66	0,77	-0,43	0,19	0,30	0,65	0,38	0,69	1,00	0,65	0,51	0,27	0,31
Na <sup>+</sup>	0,73	0,20	0,77	0,42	-0,23	-0,11	0,19	0,29	0,29	0,41	0,65	1,00	0,40	0,02	0,31
Chl.a	0,57	0,34	0,46	0,57	-0,21	0,37	-0,17	0,33	0,55	0,60	0,51	0,40	1,00	0,13	-0,22
MO	0,28	0,27	0,19	0,44	0,32	0,56	0,27	0,14	0,44	0,52	0,27	0,02	0,13	1,00	-0,18
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,14	-0,30	-0,07	-0,08	-0,20	-0,38	0,34	0,36	-0,31	0,01	0,31	0,31	-0,22	-0,18	1,00

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,01000$															
N=25 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,48	0,79	0,79	-0,39	0,16	0,09	0,54	0,47	0,69	0,87	0,73	0,57	0,28	0,14
pH	0,48	1,00	0,33	0,49	-0,01	0,15	-0,18	0,43	0,27	0,51	0,41	0,20	0,34	0,27	-0,30
CE	0,79	0,33	1,00	0,53	-0,36	0,12	0,18	0,18	0,68	0,46	0,66	0,77	0,46	0,19	-0,07
O <sub>2</sub>	0,79	0,49	0,53	1,00	-0,27	0,37	0,06	0,60	0,39	0,70	0,77	0,42	0,57	0,44	-0,08
NO <sub>3</sub>	-0,39	-0,01	-0,36	-0,27	1,00	0,27	-0,04	-0,15	-0,09	0,05	-0,43	-0,23	-0,21	0,32	-0,20
NO <sub>2</sub>	0,16	0,15	0,12	0,37	0,27	1,00	0,04	0,27	0,51	0,54	0,19	-0,11	0,37	0,56	-0,38
PO <sub>4</sub>	0,09	-0,18	0,18	0,06	-0,04	0,04	1,00	-0,02	0,12	0,06	0,30	0,19	-0,17	0,27	0,34
SO <sub>4</sub>	0,54	0,43	0,18	0,60	-0,15	0,27	-0,02	1,00	0,17	0,52	0,65	0,29	0,33	0,14	0,36
Cl <sup>-</sup>	0,47	0,27	0,68	0,39	-0,09	0,51	0,12	0,17	1,00	0,45	0,38	0,29	0,55	0,44	-0,31
Ca <sup>++</sup>	0,69	0,51	0,46	0,70	0,05	0,54	0,06	0,52	0,45	1,00	0,69	0,41	0,60	0,52	0,01
Mg <sup>++</sup>	0,87	0,41	0,66	0,77	-0,43	0,19	0,30	0,65	0,38	0,69	1,00	0,65	0,51	0,27	0,31
Na <sup>+</sup>	0,73	0,20	0,77	0,42	-0,23	-0,11	0,19	0,29	0,29	0,41	0,65	1,00	0,40	0,02	0,31
Chl.a	0,57	0,34	0,46	0,57	-0,21	0,37	-0,17	0,33	0,55	0,60	0,51	0,40	1,00	0,13	-0,22
MO	0,28	0,27	0,19	0,44	0,32	0,56	0,27	0,14	0,44	0,52	0,27	0,02	0,13	1,00	-0,18
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,14	-0,30	-0,07	-0,08	-0,20	-0,38	0,34	0,36	-0,31	0,01	0,31	0,31	-0,22	-0,18	1,00

Correlations (2.Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,00100$															
N=25 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,48	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	-0,39	0,16	0,09	0,54	0,47	<b>0,69</b>	<b>0,87</b>	<b>0,73</b>	0,57	0,28	0,14
pH	0,48	1,00	0,33	0,49	-0,01	0,15	-0,18	0,43	0,27	0,51	0,41	0,20	0,34	0,27	-0,30
CE	<b>0,79</b>	0,33	1,00	0,53	-0,36	0,12	0,18	0,18	<b>0,68</b>	0,46	<b>0,66</b>	<b>0,77</b>	0,46	0,19	-0,07
O <sub>2</sub>	<b>0,79</b>	0,49	0,53	1,00	-0,27	0,37	0,06	0,60	0,39	<b>0,70</b>	<b>0,77</b>	0,42	0,57	0,44	-0,08
NO <sub>3</sub>	-0,39	-0,01	-0,36	-0,27	1,00	0,27	-0,04	-0,15	-0,09	0,05	-0,43	-0,23	-0,21	0,32	-0,20
NO <sub>2</sub>	0,16	0,15	0,12	0,37	0,27	1,00	0,04	0,27	0,51	0,54	0,19	-0,11	0,37	0,56	-0,38
PO <sub>4</sub>	0,09	-0,18	0,18	0,06	-0,04	0,04	1,00	-0,02	0,12	0,06	0,30	0,19	-0,17	0,27	0,34
SO <sub>4</sub>	0,54	0,43	0,18	0,60	-0,15	0,27	-0,02	1,00	0,17	0,52	<b>0,65</b>	0,29	0,33	0,14	0,36
Cl <sup>-</sup>	0,47	0,27	<b>0,68</b>	0,39	-0,09	0,51	0,12	0,17	1,00	0,45	0,38	0,29	0,55	0,44	-0,31
Ca <sup>++</sup>	<b>0,69</b>	0,51	0,46	<b>0,70</b>	0,05	0,54	0,06	0,52	0,45	1,00	<b>0,69</b>	0,41	0,60	0,52	0,01
Mg <sup>++</sup>	<b>0,87</b>	0,41	<b>0,66</b>	<b>0,77</b>	-0,43	0,19	0,30	<b>0,65</b>	0,38	<b>0,69</b>	1,00	<b>0,65</b>	0,51	0,27	0,31
Na <sup>+</sup>	<b>0,73</b>	0,20	<b>0,77</b>	0,42	-0,23	-0,11	0,19	0,29	0,29	0,41	<b>0,65</b>	1,00	0,40	0,02	0,31
Chl.a	0,57	0,34	0,46	0,57	-0,21	0,37	-0,17	0,33	0,55	0,60	0,51	0,40	1,00	0,13	-0,22
MO	0,28	0,27	0,19	0,44	0,32	0,56	0,27	0,14	0,44	0,52	0,27	0,02	0,13	1,00	-0,18
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,14	-0,30	-0,07	-0,08	-0,20	-0,38	0,34	0,36	-0,31	0,01	0,31	0,31	-0,22	-0,18	1,00

### Oued Lakhel

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,01000$															
N=15 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	-0,24	-0,36	0,12	-0,34	0,34	-0,58	0,31	-0,09	<b>-0,74</b>	0,45	-0,06	0,30	-0,11	-0,60
pH	-0,24	1,00	0,23	-0,21	0,21	-0,17	0,14	0,09	-0,25	0,10	-0,33	0,01	-0,55	-0,05	0,25
CE	-0,36	0,23	1,00	0,41	0,16	-0,07	-0,03	0,20	0,14	0,24	0,03	0,30	-0,26	0,00	0,32
O <sub>2</sub>	0,12	-0,21	0,41	1,00	0,25	0,44	-0,34	0,08	-0,00	0,00	0,45	0,01	0,11	0,22	-0,47
NO <sub>3</sub>	-0,34	0,21	0,16	0,25	1,00	0,46	0,24	<b>-0,74</b>	-0,29	<b>0,68</b>	-0,20	<b>-0,66</b>	-0,29	-0,18	0,17
NO <sub>2</sub>	0,34	-0,17	-0,07	0,44	0,46	1,00	-0,26	-0,43	-0,42	0,28	-0,10	-0,39	0,36	-0,08	-0,12
PO <sub>4</sub>	-0,58	0,14	-0,03	-0,34	0,24	-0,26	1,00	-0,09	-0,27	0,40	<b>-0,69</b>	0,20	-0,23	0,01	0,53
SO <sub>4</sub>	0,31	0,09	0,20	0,08	<b>-0,74</b>	-0,43	-0,09	1,00	0,16	<b>-0,71</b>	0,22	<b>0,84</b>	-0,07	0,25	-0,17
Cl <sup>-</sup>	-0,09	-0,25	0,14	-0,00	-0,29	-0,42	-0,27	0,16	1,00	-0,22	0,52	0,17	0,12	-0,34	-0,16
Ca <sup>++</sup>	<b>-0,74</b>	0,10	0,24	0,00	<b>0,68</b>	0,28	0,40	<b>-0,71</b>	-0,22	1,00	-0,54	-0,30	-0,00	0,02	0,59
Mg <sup>++</sup>	0,45	-0,33	0,03	0,45	-0,20	-0,10	<b>-0,69</b>	0,22	0,52	-0,54	1,00	-0,16	0,16	0,09	<b>-0,73</b>
Na <sup>+</sup>	-0,06	0,01	0,30	0,01	<b>-0,66</b>	-0,39	0,20	<b>0,84</b>	0,17	-0,30	-0,16	1,00	0,04	0,19	0,20
Chl.a	0,30	-0,55	-0,26	0,11	-0,29	0,36	-0,23	-0,07	0,12	-0,00	0,16	0,04	1,00	0,10	-0,18
MO	-0,11	-0,05	0,00	0,22	-0,18	-0,08	0,01	0,25	-0,34	0,02	0,09	0,19	0,10	1,00	-0,01
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,60	0,25	0,32	-0,47	0,17	-0,12	0,53	-0,17	-0,16	0,59	<b>-0,73</b>	0,20	-0,18	-0,01	1,00

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,05000$															
N=15 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	-0,24	-0,36	0,12	-0,34	0,34	<b>-0,58</b>	0,31	-0,09	<b>-0,74</b>	0,45	-0,06	0,30	-0,11	<b>-0,60</b>
pH	-0,24	1,00	0,23	-0,21	0,21	-0,17	0,14	0,09	-0,25	0,10	-0,33	0,01	<b>-0,55</b>	-0,05	0,25
CE	-0,36	0,23	1,00	0,41	0,16	-0,07	-0,03	0,20	0,14	0,24	0,03	0,30	-0,26	0,00	0,32
O <sub>2</sub>	0,12	-0,21	0,41	1,00	0,25	0,44	-0,34	0,08	-0,00	0,00	0,45	0,01	0,11	0,22	-0,47
NO <sub>3</sub>	-0,34	0,21	0,16	0,25	1,00	0,46	0,24	<b>-0,74</b>	-0,29	<b>0,68</b>	-0,20	<b>-0,66</b>	-0,29	-0,18	0,17
NO <sub>2</sub>	0,34	-0,17	-0,07	0,44	0,46	1,00	-0,26	-0,43	-0,42	0,28	-0,10	-0,39	0,36	-0,08	-0,12
PO <sub>4</sub>	<b>-0,58</b>	0,14	-0,03	-0,34	0,24	-0,26	1,00	-0,09	-0,27	0,40	<b>-0,69</b>	0,20	-0,23	0,01	<b>0,53</b>
SO <sub>4</sub>	0,31	0,09	0,20	0,08	<b>-0,74</b>	-0,43	-0,09	1,00	0,16	<b>-0,71</b>	0,22	<b>0,84</b>	-0,07	0,25	-0,17
Cl <sup>-</sup>	-0,09	-0,25	0,14	-0,00	-0,29	-0,42	-0,27	0,16	1,00	-0,22	<b>0,52</b>	0,17	0,12	-0,34	-0,16
Ca <sup>++</sup>	<b>-0,74</b>	0,10	0,24	0,00	<b>0,68</b>	0,28	0,40	<b>-0,71</b>	-0,22	1,00	<b>-0,54</b>	-0,30	-0,00	0,02	<b>0,59</b>
Mg <sup>++</sup>	0,45	-0,33	0,03	0,45	-0,20	-0,10	<b>-0,69</b>	0,22	<b>0,52</b>	<b>-0,54</b>	1,00	-0,16	0,16	0,09	<b>-0,73</b>
Na <sup>+</sup>	-0,06	0,01	0,30	0,01	<b>-0,66</b>	-0,39	0,20	<b>0,84</b>	0,17	-0,30	-0,16	1,00	0,04	0,19	0,20
Chl.a	0,30	<b>-0,55</b>	-0,26	0,11	-0,29	0,36	-0,23	-0,07	0,12	-0,00	0,16	0,04	1,00	0,10	-0,18
MO	-0,11	-0,05	0,00	0,22	-0,18	-0,08	0,01	0,25	-0,34	0,02	0,09	0,19	0,10	1,00	-0,01
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<b>-0,60</b>	0,25	0,32	-0,47	0,17	-0,12	<b>0,53</b>	-0,17	-0,16	<b>0,59</b>	<b>-0,73</b>	0,20	-0,18	-0,01	1,00

Correlations (2.Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,00100$															
N=15 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	-0,24	-0,36	0,12	-0,34	0,34	-0,58	0,31	-0,09	-0,74	0,45	-0,06	0,30	-0,11	-0,60
pH	-0,24	1,00	0,23	-0,21	0,21	-0,17	0,14	0,09	-0,25	0,10	-0,33	0,01	-0,55	-0,05	0,25
CE	-0,36	0,23	1,00	0,41	0,16	-0,07	-0,03	0,20	0,14	0,24	0,03	0,30	-0,26	0,00	0,32
O <sub>2</sub>	0,12	-0,21	0,41	1,00	0,25	0,44	-0,34	0,08	-0,00	0,00	0,45	0,01	0,11	0,22	-0,47
NO <sub>3</sub>	-0,34	0,21	0,16	0,25	1,00	0,46	0,24	<b>-0,74</b>	-0,29	<b>0,68</b>	-0,20	<b>-0,66</b>	-0,29	-0,18	0,17
NO <sub>2</sub>	0,34	-0,17	-0,07	0,44	0,46	1,00	-0,26	-0,43	-0,42	0,28	-0,10	-0,39	0,36	-0,08	-0,12
PO <sub>4</sub>	<b>-0,58</b>	0,14	-0,03	-0,34	0,24	-0,26	1,00	-0,09	-0,27	0,40	<b>-0,69</b>	0,20	-0,23	0,01	<b>0,53</b>
SO <sub>4</sub>	0,31	0,09	0,20	0,08	<b>-0,74</b>	-0,43	-0,09	1,00	0,16	<b>-0,71</b>	0,22	<b>0,84</b>	-0,07	0,25	-0,17
Cl <sup>-</sup>	-0,09	-0,25	0,14	-0,00	-0,29	-0,42	-0,27	0,16	1,00	-0,22	<b>0,52</b>	0,17	0,12	-0,34	-0,16
Ca <sup>++</sup>	<b>-0,74</b>	0,10	0,24	0,00	<b>0,68</b>	0,28	0,40	<b>-0,71</b>	-0,22	1,00	<b>-0,54</b>	-0,30	-0,00	0,02	<b>0,59</b>
Mg <sup>++</sup>	0,45	-0,33	0,03	0,45	-0,20	-0,10	<b>-0,69</b>	0,22	<b>0,52</b>	<b>-0,54</b>	1,00	-0,16	0,16	0,09	<b>-0,73</b>
Na <sup>+</sup>	-0,06	0,01	0,30	0,01	<b>-0,66</b>	-0,39	0,20	<b>0,84</b>	0,17	-0,30	-0,16	1,00	0,04	0,19	0,20
Chl.a	0,30	<b>-0,55</b>	-0,26	0,11	-0,29	0,36	-0,23	-0,07	0,12	-0,00	0,16	0,04	1,00	0,10	-0,18
MO	-0,11	-0,05	0,00	0,22	-0,18	-0,08	0,01	0,25	-0,34	0,02	0,09	0,19	0,10	1,00	-0,01
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<b>-0,60</b>	0,25	0,32	-0,47	0,17	-0,12	<b>0,53</b>	-0,17	-0,16	<b>0,59</b>	<b>-0,73</b>	0,20	-0,18	-0,01	1,00

Ghrib

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,05000$															
N=21 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,49	0,71	-0,06	0,21	0,61	-0,17	-0,22	0,58	0,64	0,20	0,52	0,52	0,22	-0,04
pH	0,49	1,00	0,52	0,08	-0,09	0,43	-0,09	0,42	0,17	0,23	-0,05	0,05	0,39	0,11	-0,02
CE	0,71	0,52	1,00	0,19	0,37	0,30	0,17	0,03	0,46	0,31	0,53	0,20	0,67	0,08	0,37
O <sub>2</sub>	-0,06	0,08	0,19	1,00	0,20	0,01	0,26	0,11	0,39	0,05	0,37	-0,09	0,17	-0,10	0,32
NO <sub>3</sub>	0,21	-0,09	0,37	0,20	1,00	-0,19	0,37	-0,24	0,38	0,35	0,35	0,33	0,30	-0,08	0,23
NO <sub>2</sub>	0,61	0,43	0,30	0,01	-0,19	1,00	-0,15	-0,06	0,36	0,16	0,24	0,38	-0,08	-0,12	-0,08
PO <sub>4</sub>	-0,17	-0,09	0,17	0,26	0,37	-0,15	1,00	-0,01	-0,04	-0,28	0,20	-0,18	0,04	0,20	0,73
SO <sub>4</sub>	-0,22	0,42	0,03	0,11	-0,24	-0,06	-0,01	1,00	-0,39	-0,28	0,18	-0,30	-0,19	-0,19	0,14
Cl <sup>-</sup>	0,58	0,17	0,46	0,39	0,38	0,36	-0,04	-0,39	1,00	0,67	0,35	0,31	0,41	-0,15	-0,17
Ca <sup>++</sup>	0,64	0,23	0,31	0,05	0,35	0,16	-0,28	-0,28	0,67	1,00	-0,07	0,24	0,53	0,17	-0,40
Mg <sup>++</sup>	0,20	-0,05	0,53	0,37	0,35	0,24	0,20	0,18	0,35	-0,07	1,00	0,09	0,01	-0,40	0,44
Na <sup>+</sup>	0,52	0,05	0,20	-0,09	0,33	0,38	-0,18	-0,30	0,31	0,24	0,09	1,00	-0,02	0,03	-0,14
Chl.a	0,52	0,39	0,67	0,17	0,30	-0,08	0,04	-0,19	0,41	0,53	0,01	-0,02	1,00	0,35	0,06
MO	0,22	0,11	0,08	-0,10	-0,08	-0,12	0,20	-0,19	-0,15	0,17	-0,40	0,03	0,35	1,00	0,18
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,04	-0,02	0,37	0,32	0,23	-0,08	0,73	0,14	-0,17	-0,40	0,44	-0,14	0,06	0,18	1,00

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,01000$															
N=21 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,49	0,71	-0,06	0,21	0,61	-0,17	-0,22	0,58	0,64	0,20	0,52	0,52	0,22	-0,04
pH	0,49	1,00	0,52	0,08	-0,09	0,43	-0,09	0,42	0,17	0,23	-0,05	0,05	0,39	0,11	-0,02
CE	0,71	0,52	1,00	0,19	0,37	0,30	0,17	0,03	0,46	0,31	0,53	0,20	0,67	0,08	0,37
O <sub>2</sub>	-0,06	0,08	0,19	1,00	0,20	0,01	0,26	0,11	0,39	0,05	0,37	-0,09	0,17	-0,10	0,32
NO <sub>3</sub>	0,21	-0,09	0,37	0,20	1,00	-0,19	0,37	-0,24	0,38	0,35	0,35	0,33	0,30	-0,08	0,23
NO <sub>2</sub>	0,61	0,43	0,30	0,01	-0,19	1,00	-0,15	-0,06	0,36	0,16	0,24	0,38	-0,08	-0,12	-0,08
PO <sub>4</sub>	-0,17	-0,09	0,17	0,26	0,37	-0,15	1,00	-0,01	-0,04	-0,28	0,20	-0,18	0,04	0,20	0,73
SO <sub>4</sub>	-0,22	0,42	0,03	0,11	-0,24	-0,06	-0,01	1,00	-0,39	-0,28	0,18	-0,30	-0,19	-0,19	0,14
Cl <sup>-</sup>	0,58	0,17	0,46	0,39	0,38	0,36	-0,04	-0,39	1,00	0,67	0,35	0,31	0,41	-0,15	-0,17
Ca <sup>++</sup>	0,64	0,23	0,31	0,05	0,35	0,16	-0,28	-0,28	0,67	1,00	-0,07	0,24	0,53	0,17	-0,40
Mg <sup>++</sup>	0,20	-0,05	0,53	0,37	0,35	0,24	0,20	0,18	0,35	-0,07	1,00	0,09	0,01	-0,40	0,44
Na <sup>+</sup>	0,52	0,05	0,20	-0,09	0,33	0,38	-0,18	-0,30	0,31	0,24	0,09	1,00	-0,02	0,03	-0,14
Chl.a	0,52	0,39	0,67	0,17	0,30	-0,08	0,04	-0,19	0,41	0,53	0,01	-0,02	1,00	0,35	0,06
MO	0,22	0,11	0,08	-0,10	-0,08	-0,12	0,20	-0,19	-0,15	0,17	-0,40	0,03	0,35	1,00	0,18
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,04	-0,02	0,37	0,32	0,23	-0,08	0,73	0,14	-0,17	-0,40	0,44	-0,14	0,06	0,18	1,00

Correlations (2.Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,00100$															
N=21 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,49	<b>0,71</b>	-0,06	0,21	0,61	-0,17	-0,22	0,58	0,64	0,20	0,52	0,52	0,22	-0,04
pH	0,49	1,00	0,52	0,08	-0,09	0,43	-0,09	0,42	0,17	0,23	-0,05	0,05	0,39	0,11	-0,02
CE	<b>0,71</b>	0,52	1,00	0,19	0,37	0,30	0,17	0,03	0,46	0,31	0,53	0,20	<b>0,67</b>	0,08	0,37
O <sub>2</sub>	-0,06	0,08	0,19	1,00	0,20	0,01	0,26	0,11	0,39	0,05	0,37	-0,09	0,17	-0,10	0,32
NO <sub>3</sub>	0,21	-0,09	0,37	0,20	1,00	-0,19	0,37	-0,24	0,38	0,35	0,35	0,33	0,30	-0,08	0,23
NO <sub>2</sub>	0,61	0,43	0,30	0,01	-0,19	1,00	-0,15	-0,06	0,36	0,16	0,24	0,38	-0,08	-0,12	-0,08
PO <sub>4</sub>	-0,17	-0,09	0,17	0,26	0,37	-0,15	1,00	-0,01	-0,04	-0,28	0,20	-0,18	0,04	0,20	<b>0,73</b>
SO <sub>4</sub>	-0,22	0,42	0,03	0,11	-0,24	-0,06	-0,01	1,00	-0,39	-0,28	0,18	-0,30	-0,19	-0,19	0,14
Cl <sup>-</sup>	0,58	0,17	0,46	0,39	0,38	0,36	-0,04	-0,39	1,00	<b>0,67</b>	0,35	0,31	0,41	-0,15	-0,17
Ca <sup>++</sup>	0,64	0,23	0,31	0,05	0,35	0,16	-0,28	-0,28	<b>0,67</b>	1,00	-0,07	0,24	0,53	0,17	-0,40
Mg <sup>++</sup>	0,20	-0,05	0,53	0,37	0,35	0,24	0,20	0,18	0,35	-0,07	1,00	0,09	0,01	-0,40	0,44
Na <sup>+</sup>	0,52	0,05	0,20	-0,09	0,33	0,38	-0,18	-0,30	0,31	0,24	0,09	1,00	-0,02	0,03	-0,14
Chl.a	0,52	0,39	<b>0,67</b>	0,17	0,30	-0,08	0,04	-0,19	0,41	0,53	0,01	-0,02	1,00	0,35	0,06
MO	0,22	0,11	0,08	-0,10	-0,08	-0,12	0,20	-0,19	-0,15	0,17	-0,40	0,03	0,35	1,00	0,18
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,04	-0,02	0,37	0,32	0,23	-0,08	<b>0,73</b>	0,14	-0,17	-0,40	0,44	-0,14	0,06	0,18	1,00

### Boukourdane

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,01000$															
N=11 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	-0,50	-0,51	-0,26	-0,22	0,03	0,49	-0,24	0,13	-0,66	0,28	-0,56	-0,30	-0,42	0,15
pH	-0,50	1,00	0,55	0,19	0,43	0,33	-0,49	0,36	-0,05	0,41	-0,07	<b>0,78</b>	0,12	0,39	-0,10
CE	-0,51	0,55	1,00	-0,02	0,26	0,40	-0,61	0,55	0,39	0,67	0,20	<b>0,74</b>	0,22	0,48	-0,47
O <sub>2</sub>	-0,26	0,19	-0,02	1,00	0,03	-0,32	-0,29	-0,33	0,06	-0,11	-0,70	0,35	0,10	0,62	-0,16
NO <sub>3</sub>	-0,22	0,43	0,26	0,03	1,00	0,69	-0,42	0,16	0,19	0,07	0,37	0,14	0,09	-0,14	-0,22
NO <sub>2</sub>	0,03	0,33	0,40	-0,32	0,69	1,00	-0,50	0,31	0,47	0,17	0,61	0,01	0,21	-0,21	-0,39
PO <sub>4</sub>	0,49	-0,49	-0,61	-0,29	-0,42	-0,50	1,00	-0,44	-0,65	-0,19	-0,19	-0,44	-0,50	-0,33	<b>0,79</b>
SO <sub>4</sub>	-0,24	0,36	0,55	-0,33	0,16	0,31	-0,44	1,00	0,51	0,13	0,64	0,27	-0,29	-0,30	-0,35
Cl <sup>-</sup>	0,13	-0,05	0,39	0,06	0,19	0,47	-0,65	0,51	1,00	-0,10	0,48	-0,00	0,03	-0,11	<b>-0,84</b>
Ca <sup>++</sup>	-0,66	0,41	0,67	-0,11	0,07	0,17	-0,19	0,13	-0,10	1,00	-0,22	0,54	0,26	0,43	-0,15
Mg <sup>++</sup>	0,28	-0,07	0,20	-0,70	0,37	0,61	-0,19	0,64	0,48	-0,22	1,00	-0,24	-0,20	-0,67	-0,21
Na <sup>+</sup>	-0,56	<b>0,78</b>	<b>0,74</b>	0,35	0,14	0,01	-0,44	0,27	-0,00	0,54	-0,24	1,00	0,09	0,70	-0,14
Chl.a	-0,30	0,12	0,22	0,10	0,09	0,21	-0,50	-0,29	0,03	0,26	-0,20	0,09	1,00	0,51	-0,46
MO	-0,42	0,39	0,48	0,62	-0,14	-0,21	-0,33	-0,30	-0,11	0,43	-0,67	0,70	0,51	1,00	-0,17
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,15	-0,10	-0,47	-0,16	-0,22	-0,39	<b>0,79</b>	-0,35	<b>-0,84</b>	-0,15	-0,21	-0,14	-0,46	-0,17	1,00

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,05000$															
N=11 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	-0,50	-0,51	-0,26	-0,22	0,03	0,49	-0,24	0,13	-0,66	0,28	-0,56	-0,30	-0,42	0,15
pH	-0,50	1,00	0,55	0,19	0,43	0,33	-0,49	0,36	-0,05	0,41	-0,07	0,78	0,12	0,39	-0,10
CE	-0,51	0,55	1,00	-0,02	0,26	0,40	-0,61	0,55	0,39	0,67	0,20	0,74	0,22	0,48	-0,47
O <sub>2</sub>	-0,26	0,19	-0,02	1,00	0,03	-0,32	-0,29	-0,33	0,06	-0,11	-0,70	0,35	0,10	0,62	-0,16
NO <sub>3</sub>	-0,22	0,43	0,26	0,03	1,00	0,69	-0,42	0,16	0,19	0,07	0,37	0,14	0,09	-0,14	-0,22
NO <sub>2</sub>	0,03	0,33	0,40	-0,32	0,69	1,00	-0,50	0,31	0,47	0,17	0,61	0,01	0,21	-0,21	-0,39
PO <sub>4</sub>	0,49	-0,49	-0,61	-0,29	-0,42	-0,50	1,00	-0,44	-0,65	-0,19	-0,19	-0,44	-0,50	-0,33	0,79
SO <sub>4</sub>	-0,24	0,36	0,55	-0,33	0,16	0,31	-0,44	1,00	0,51	0,13	0,64	0,27	-0,29	-0,30	-0,35
Cl <sup>-</sup>	0,13	-0,05	0,39	0,06	0,19	0,47	-0,65	0,51	1,00	-0,10	0,48	-0,00	0,03	-0,11	-0,84
Ca <sup>++</sup>	-0,66	0,41	0,67	-0,11	0,07	0,17	-0,19	0,13	-0,10	1,00	-0,22	0,54	0,26	0,43	-0,15
Mg <sup>++</sup>	0,28	-0,07	0,20	-0,70	0,37	0,61	-0,19	0,64	0,48	-0,22	1,00	-0,24	-0,20	-0,67	-0,21
Na <sup>+</sup>	-0,56	0,78	0,74	0,35	0,14	0,01	-0,44	0,27	-0,00	0,54	-0,24	1,00	0,09	0,70	-0,14
Chl.a	-0,30	0,12	0,22	0,10	0,09	0,21	-0,50	-0,29	0,03	0,26	-0,20	0,09	1,00	0,51	-0,46
MO	-0,42	0,39	0,48	0,62	-0,14	-0,21	-0,33	-0,30	-0,11	0,43	-0,67	0,70	0,51	1,00	-0,17
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,15	-0,10	-0,47	-0,16	-0,22	-0,39	0,79	-0,35	-0,84	-0,15	-0,21	-0,14	-0,46	-0,17	1,00

Correlations (2.Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,00100$															
N=11 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	-0,50	-0,51	-0,26	-0,22	0,03	0,49	-0,24	0,13	-0,66	0,28	-0,56	-0,30	-0,42	0,15
pH	-0,50	1,00	0,55	0,19	0,43	0,33	-0,49	0,36	-0,05	0,41	-0,07	0,78	0,12	0,39	-0,10
CE	-0,51	0,55	1,00	-0,02	0,26	0,40	-0,61	0,55	0,39	0,67	0,20	0,74	0,22	0,48	-0,47
O <sub>2</sub>	-0,26	0,19	-0,02	1,00	0,03	-0,32	-0,29	-0,33	0,06	-0,11	-0,70	0,35	0,10	0,62	-0,16
NO <sub>3</sub>	-0,22	0,43	0,26	0,03	1,00	0,69	-0,42	0,16	0,19	0,07	0,37	0,14	0,09	-0,14	-0,22
NO <sub>2</sub>	0,03	0,33	0,40	-0,32	0,69	1,00	-0,50	0,31	0,47	0,17	0,61	0,01	0,21	-0,21	-0,39
PO <sub>4</sub>	0,49	-0,49	-0,61	-0,29	-0,42	-0,50	1,00	-0,44	-0,65	-0,19	-0,19	-0,44	-0,50	-0,33	0,79
SO <sub>4</sub>	-0,24	0,36	0,55	-0,33	0,16	0,31	-0,44	1,00	0,51	0,13	0,64	0,27	-0,29	-0,30	-0,35
Cl <sup>-</sup>	0,13	-0,05	0,39	0,06	0,19	0,47	-0,65	0,51	1,00	-0,10	0,48	-0,00	0,03	-0,11	-0,84
Ca <sup>++</sup>	-0,66	0,41	0,67	-0,11	0,07	0,17	-0,19	0,13	-0,10	1,00	-0,22	0,54	0,26	0,43	-0,15
Mg <sup>++</sup>	0,28	-0,07	0,20	-0,70	0,37	0,61	-0,19	0,64	0,48	-0,22	1,00	-0,24	-0,20	-0,67	-0,21
Na <sup>+</sup>	-0,56	0,78	0,74	0,35	0,14	0,01	-0,44	0,27	-0,00	0,54	-0,24	1,00	0,09	0,70	-0,14
Chl.a	-0,30	0,12	0,22	0,10	0,09	0,21	-0,50	-0,29	0,03	0,26	-0,20	0,09	1,00	0,51	-0,46
MO	-0,42	0,39	0,48	0,62	-0,14	-0,21	-0,33	-0,30	-0,11	0,43	-0,67	0,70	0,51	1,00	-0,17
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,15	-0,10	-0,47	-0,16	-0,22	-0,39	0,79	-0,35	-0,84	-0,15	-0,21	-0,14	-0,46	-0,17	1,00

### Taksebt

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,05000$															
N=12 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,31	<b>0,72</b>	0,45	-0,29	0,12	-0,45	-0,06	0,30	0,54	0,47	<b>0,85</b>	0,43	<b>0,59</b>	0,30
pH	0,31	1,00	0,28	0,14	-0,13	-0,55	0,10	<b>-0,58</b>	0,57	0,26	0,25	0,33	0,25	<b>0,62</b>	0,31
CE	<b>0,72</b>	0,28	1,00	<b>0,67</b>	0,05	0,26	-0,14	-0,08	<b>0,64</b>	<b>0,72</b>	<b>0,86</b>	<b>0,69</b>	<b>0,70</b>	0,36	0,41
O <sub>2</sub>	0,45	0,14	<b>0,67</b>	1,00	0,32	0,33	-0,02	0,21	0,49	<b>0,75</b>	0,49	0,30	<b>0,75</b>	0,32	0,35
NO <sub>3</sub>	-0,29	-0,13	0,05	0,32	1,00	<b>0,58</b>	-0,29	-0,03	0,24	-0,05	-0,10	-0,30	-0,24	0,14	-0,41
NO <sub>2</sub>	0,12	-0,55	0,26	0,33	<b>0,58</b>	1,00	-0,49	0,29	0,01	0,15	0,05	0,06	-0,10	-0,10	-0,16
PO <sub>4</sub>	-0,45	0,10	-0,14	-0,02	-0,29	-0,49	1,00	-0,08	0,16	0,05	0,17	-0,41	0,33	<b>-0,58</b>	0,28
SO <sub>4</sub>	-0,06	<b>-0,58</b>	-0,08	0,21	-0,03	0,29	-0,08	1,00	<b>-0,70</b>	0,01	0,01	-0,16	0,21	-0,30	-0,05
Cl <sup>-</sup>	0,30	0,57	<b>0,64</b>	0,49	0,24	0,01	0,16	<b>-0,70</b>	1,00	0,57	0,48	0,35	0,43	0,37	0,35
Ca <sup>++</sup>	0,54	0,26	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	-0,05	0,15	0,05	0,01	0,57	1,00	0,44	<b>0,68</b>	<b>0,81</b>	0,37	<b>0,76</b>
Mg <sup>++</sup>	0,47	0,25	<b>0,86</b>	0,49	-0,10	0,05	0,17	0,01	0,48	0,44	1,00	0,37	<b>0,70</b>	0,03	0,31
Na <sup>+</sup>	<b>0,85</b>	0,33	<b>0,69</b>	0,30	-0,30	0,06	-0,41	-0,16	0,35	<b>0,68</b>	0,37	1,00	0,40	<b>0,59</b>	0,55
Chl.a	0,43	0,25	<b>0,70</b>	<b>0,75</b>	-0,24	-0,10	0,33	0,21	0,43	<b>0,81</b>	<b>0,70</b>	0,40	1,00	0,15	<b>0,64</b>
MO	<b>0,59</b>	<b>0,62</b>	0,36	0,32	0,14	-0,10	<b>-0,58</b>	-0,30	0,37	0,37	0,03	<b>0,59</b>	0,15	1,00	0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,30	0,31	0,41	0,35	-0,41	-0,16	0,28	-0,05	0,35	<b>0,76</b>	0,31	0,55	<b>0,64</b>	0,05	1,00

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,01000$															
N=12 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,31	<b>0,72</b>	0,45	-0,29	0,12	-0,45	-0,06	0,30	0,54	0,47	<b>0,85</b>	0,43	0,59	0,30
pH	0,31	1,00	0,28	0,14	-0,13	-0,55	0,10	-0,58	0,57	0,26	0,25	0,33	0,25	0,62	0,31
CE	<b>0,72</b>	0,28	1,00	0,67	0,05	0,26	-0,14	-0,08	0,64	<b>0,72</b>	<b>0,86</b>	0,69	0,70	0,36	0,41
O <sub>2</sub>	0,45	0,14	0,67	1,00	0,32	0,33	-0,02	0,21	0,49	<b>0,75</b>	0,49	0,30	<b>0,75</b>	0,32	0,35
NO <sub>3</sub>	-0,29	-0,13	0,05	0,32	1,00	0,58	-0,29	-0,03	0,24	-0,05	-0,10	-0,30	-0,24	0,14	-0,41
NO <sub>2</sub>	0,12	-0,55	0,26	0,33	0,58	1,00	-0,49	0,29	0,01	0,15	0,05	0,06	-0,10	-0,10	-0,16
PO <sub>4</sub>	-0,45	0,10	-0,14	-0,02	-0,29	-0,49	1,00	-0,08	0,16	0,05	0,17	-0,41	0,33	-0,58	0,28
SO <sub>4</sub>	-0,06	<b>-0,58</b>	-0,08	0,21	-0,03	0,29	-0,08	1,00	-0,70	0,01	0,01	-0,16	0,21	-0,30	-0,05
Cl <sup>-</sup>	0,30	0,57	0,64	0,49	0,24	0,01	0,16	-0,70	1,00	0,57	0,48	0,35	0,43	0,37	0,35
Ca <sup>++</sup>	0,54	0,26	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	-0,05	0,15	0,05	0,01	0,57	1,00	0,44	0,68	<b>0,81</b>	0,37	<b>0,76</b>
Mg <sup>++</sup>	0,47	0,25	<b>0,86</b>	0,49	-0,10	0,05	0,17	0,01	0,48	0,44	1,00	0,37	0,70	0,03	0,31
Na <sup>+</sup>	<b>0,85</b>	0,33	0,69	0,30	-0,30	0,06	-0,41	-0,16	0,35	0,68	0,37	1,00	0,40	0,59	0,55
Chl.a	0,43	0,25	0,70	<b>0,75</b>	-0,24	-0,10	0,33	0,21	0,43	<b>0,81</b>	0,70	0,40	1,00	0,15	0,64
MO	0,59	0,62	0,36	0,32	0,14	-0,10	-0,58	-0,30	0,37	0,37	0,03	0,59	0,15	1,00	0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,30	0,31	0,41	0,35	-0,41	-0,16	0,28	-0,05	0,35	<b>0,76</b>	0,31	0,55	0,64	0,05	1,00

Correlations (2.Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,00100$															
N=12 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,31	0,72	0,45	-0,29	0,12	-0,45	-0,06	0,30	0,54	0,47	<b>0,85</b>	0,43	0,59	0,30
pH	0,31	1,00	0,28	0,14	-0,13	-0,55	0,10	-0,58	0,57	0,26	0,25	0,33	0,25	0,62	0,31
CE	0,72	0,28	1,00	0,67	0,05	0,26	-0,14	-0,08	0,64	0,72	<b>0,86</b>	0,69	0,70	0,36	0,41
O <sub>2</sub>	0,45	0,14	0,67	1,00	0,32	0,33	-0,02	0,21	0,49	0,75	0,49	0,30	0,75	0,32	0,35
NO <sub>3</sub>	-0,29	-0,13	0,05	0,32	1,00	0,58	-0,29	-0,03	0,24	-0,05	-0,10	-0,30	-0,24	0,14	-0,41
NO <sub>2</sub>	0,12	-0,55	0,26	0,33	0,58	1,00	-0,49	0,29	0,01	0,15	0,05	0,06	-0,10	-0,10	-0,16
PO <sub>4</sub>	-0,45	0,10	-0,14	-0,02	-0,29	-0,49	1,00	-0,08	0,16	0,05	0,17	-0,41	0,33	-0,58	0,28
SO <sub>4</sub>	-0,06	-0,58	-0,08	0,21	-0,03	0,29	-0,08	1,00	-0,70	0,01	0,01	-0,16	0,21	-0,30	-0,05
Cl <sup>-</sup>	0,30	0,57	0,64	0,49	0,24	0,01	0,16	-0,70	1,00	0,57	0,48	0,35	0,43	0,37	0,35
Ca <sup>++</sup>	0,54	0,26	0,72	0,75	-0,05	0,15	0,05	0,01	0,57	1,00	0,44	0,68	0,81	0,37	0,76
Mg <sup>++</sup>	0,47	0,25	<b>0,86</b>	0,49	-0,10	0,05	0,17	0,01	0,48	0,44	1,00	0,37	0,70	0,03	0,31
Na <sup>+</sup>	<b>0,85</b>	0,33	0,69	0,30	-0,30	0,06	-0,41	-0,16	0,35	0,68	0,37	1,00	0,40	0,59	0,55
Chl.a	0,43	0,25	0,70	0,75	-0,24	-0,10	0,33	0,21	0,43	0,81	0,70	0,40	1,00	0,15	0,64
MO	0,59	0,62	0,36	0,32	0,14	-0,10	-0,58	-0,30	0,37	0,37	0,03	0,59	0,15	1,00	0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,30	0,31	0,41	0,35	-0,41	-0,16	0,28	-0,05	0,35	0,76	0,31	0,55	0,64	0,05	1,00

### Oued Chiffa

Correlations (Physicochimie noms)															
Marked correlations are significant at $p < ,05000$															
N=6 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	T	pH	CE	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
T	1,00	0,54	-0,46	<b>-0,90</b>	<b>-0,90</b>	0,02		0,31	-0,11	-0,31	-0,10	0,66	<b>-0,90</b>	0,07	
pH	0,54	1,00	-0,74	-0,14	-0,14	-0,15		0,06	0,20	-0,71	0,38	0,60	-0,15	-0,14	
CE	-0,46	-0,74	1,00	0,14	0,14	0,18		0,40	-0,48	<b>0,83</b>	0,13	-0,59	0,14	0,14	
NO <sub>3</sub>	<b>-0,90</b>	-0,14	0,14	1,00	<b>1,00</b>	-0,15		-0,40	0,29	-0,06	0,31	-0,40	<b>0,99</b>	-0,20	
NO <sub>2</sub>	<b>-0,90</b>	-0,14	0,14	<b>1,00</b>	1,00	-0,15		-0,40	0,29	-0,06	0,31	-0,40	<b>0,99</b>	-0,20	
PO <sub>4</sub>	0,02	-0,15	0,18	-0,15	-0,15	1,00		-0,32	<b>-0,88</b>	0,64	-0,64	-0,43	-0,04	<b>1,00</b>	
SO <sub>4</sub>							1,00								
Cl <sup>-</sup>	0,31	0,06	0,40	-0,40	-0,40	-0,32		1,00	-0,13	0,20	0,54	-0,03	-0,44	-0,33	
Ca <sup>++</sup>	-0,11	0,20	-0,48	0,29	0,29	<b>-0,88</b>		-0,13	1,00	-0,80	0,36	0,44	0,22	<b>-0,87</b>	
Mg <sup>++</sup>	-0,31	-0,71	<b>0,83</b>	-0,06	-0,06	0,64		0,20	-0,80	1,00	-0,34	-0,76	-0,00	0,61	
Na <sup>+</sup>	-0,10	0,38	0,13	0,31	0,31	-0,64		0,54	0,36	-0,34	1,00	0,27	0,24	-0,67	
Chl.a	0,66	0,60	-0,59	-0,40	-0,40	-0,43		-0,03	0,44	-0,76	0,27	1,00	-0,45	-0,39	
MO	<b>-0,90</b>	-0,15	0,14	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	-0,04		-0,44	0,22	-0,00	0,24	-0,45	1,00	-0,10	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,07	-0,14	0,14	-0,20	-0,20	<b>1,00</b>		-0,33	<b>-0,87</b>	0,61	-0,67	-0,39	-0,10	1,00	

Correlations (Physicochimie noms)														
Marked correlations are significant at $p < ,01000$														
N=6 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	T	pH	CE	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,54	-0,46	-0,90	-0,90	0,02		0,31	-0,11	-0,31	-0,10	0,66	-0,90	0,07
pH	0,54	1,00	-0,74	-0,14	-0,14	-0,15		0,06	0,20	-0,71	0,38	0,60	-0,15	-0,14
CE	-0,46	-0,74	1,00	0,14	0,14	0,18		0,40	-0,48	0,83	0,13	-0,59	0,14	0,14
NO <sub>3</sub>	-0,90	-0,14	0,14	1,00	<b>1,00</b>	-0,15		-0,40	0,29	-0,06	0,31	-0,40	<b>0,99</b>	-0,20
NO <sub>2</sub>	-0,90	-0,14	0,14	<b>1,00</b>	1,00	-0,15		-0,40	0,29	-0,06	0,31	-0,40	<b>0,99</b>	-0,20
PO <sub>4</sub>	0,02	-0,15	0,18	-0,15	-0,15	1,00		-0,32	-0,88	0,64	-0,64	-0,43	-0,04	<b>1,00</b>
SO <sub>4</sub>							1,00							
Cl <sup>-</sup>	0,31	0,06	0,40	-0,40	-0,40	-0,32		1,00	-0,13	0,20	0,54	-0,03	-0,44	-0,33
Ca <sup>++</sup>	-0,11	0,20	-0,48	0,29	0,29	-0,88		-0,13	1,00	-0,80	0,36	0,44	0,22	-0,87
Mg <sup>++</sup>	-0,31	-0,71	0,83	-0,06	-0,06	0,64		0,20	-0,80	1,00	-0,34	-0,76	-0,00	0,61
Na <sup>+</sup>	-0,10	0,38	0,13	0,31	0,31	-0,64		0,54	0,36	-0,34	1,00	0,27	0,24	-0,67
Chl.a	0,66	0,60	-0,59	-0,40	-0,40	-0,43		-0,03	0,44	-0,76	0,27	1,00	-0,45	-0,39
MO	-0,90	-0,15	0,14	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	-0,04		-0,44	0,22	-0,00	0,24	-0,45	1,00	-0,10
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,07	-0,14	0,14	-0,20	-0,20	<b>1,00</b>		-0,33	-0,87	0,61	-0,67	-0,39	-0,10	1,00

Correlations (2.Physicochimie noms)														
Marked correlations are significant at $p < ,00100$														
N=6 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	T	pH	CE	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
T	1,00	0,54	-0,46	-0,90	-0,90	0,02		0,31	-0,11	-0,31	-0,10	0,66	-0,90	0,07
pH	0,54	1,00	-0,74	-0,14	-0,14	-0,15		0,06	0,20	-0,71	0,38	0,60	-0,15	-0,14
CE	-0,46	-0,74	1,00	0,14	0,14	0,18		0,40	-0,48	0,83	0,13	-0,59	0,14	0,14
NO <sub>3</sub>	-0,90	-0,14	0,14	1,00	<b>1,00</b>	-0,15		-0,40	0,29	-0,06	0,31	-0,40	<b>0,99</b>	-0,20
NO <sub>2</sub>	-0,90	-0,14	0,14	<b>1,00</b>	1,00	-0,15		-0,40	0,29	-0,06	0,31	-0,40	<b>0,99</b>	-0,20
PO <sub>4</sub>	0,02	-0,15	0,18	-0,15	-0,15	1,00		-0,32	-0,88	0,64	-0,64	-0,43	-0,04	<b>1,00</b>
SO <sub>4</sub>							1,00							
Cl <sup>-</sup>	0,31	0,06	0,40	-0,40	-0,40	-0,32		1,00	-0,13	0,20	0,54	-0,03	-0,44	-0,33
Ca <sup>++</sup>	-0,11	0,20	-0,48	0,29	0,29	-0,88		-0,13	1,00	-0,80	0,36	0,44	0,22	-0,87
Mg <sup>++</sup>	-0,31	-0,71	0,83	-0,06	-0,06	0,64		0,20	-0,80	1,00	-0,34	-0,76	-0,00	0,61
Na <sup>+</sup>	-0,10	0,38	0,13	0,31	0,31	-0,64		0,54	0,36	-0,34	1,00	0,27	0,24	-0,67
Chl.a	0,66	0,60	-0,59	-0,40	-0,40	-0,43		-0,03	0,44	-0,76	0,27	1,00	-0,45	-0,39
MO	-0,90	-0,15	0,14	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	-0,04		-0,44	0,22	-0,00	0,24	-0,45	1,00	-0,10
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,07	-0,14	0,14	-0,20	-0,20	<b>1,00</b>		-0,33	-0,87	0,61	-0,67	-0,39	-0,10	1,00

**APPENDICE 2**

## Liste des espèces

**Tableau:** Composition taxonomique détaillée de la communauté du zooplancton (Rotifères et Copépodes), des lacs Boukourdane (BO), Lakhel (LE), Taksebt (TA), Ghrib (GR), Keddara (KE) et de l'oued chiffa (CH).

Sites	BO	LE	TA	GR	KE	CH
<b>COPEPODA</b>				√		
<i>Arctodiaptomus salinus</i>				√		
<i>A. wierzejskii</i>						
<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	√		√		√	
<i>Diaptomus cyaneus</i>			√			
<i>Mixodiaptomus incrassatus</i>			√			
<i>Tropodiaptomus incognitus</i>			√			
<i>Acanthocyclops trajani</i>	√	√	√	√	√	√
<i>Cyclops abyssorum mauritaniae</i>		√			√	
<i>Cyclops strenuus strenuus</i>	√	√	√		√	
<i>Cryptocyclops linjanticus</i>		√	√			
<i>Diacyclops bicuspidatus odessanus</i>		√	√		√	√
<i>Diacyclops bisetosus</i>		√	√			
<i>Ectocyclops phaleratus</i>					√	
<i>Eucyclops agiloides</i>	√	√	√	√		√
<i>Eucyclops serrulatus</i>	√	√	√			
<i>Graeteriella unisetigera</i>						√
<i>Macrocyclops albidus</i>	√	√			√	
<i>Macrocyclops fuscus</i>		√	√			
<i>Megacyclops gigas</i>					√	
<i>Megacyclops viridis viridis</i>	√	√	√		√	√
<i>Metacyclops minutus</i>	√	√			√	
<i>Metacyclops planus</i>		√				
<i>Microcyclops varicans varicans</i>	√	√	√			√
<i>Microcyclops rubellus</i>	√	√	√			
<i>Paracyclops affinis</i>	√	√				
<i>Paracyclops chiltoni</i>	√	√	√		√	√
<i>Paracyclops poppei</i>						√
<i>Thermocyclops dybowskii</i>		√				
<i>Thermocyclops oblongatus</i>			√			
<i>Thermocyclops crassus</i>		√				
<i>Tropocyclops prasinus</i>	√	√				√
<i>Attheyella trispinosa</i>						√
<i>Phyllognathopus viguieri</i>						√
<b>ROTIFERA</b>						
<i>Anuraeopsis fissa</i>				√		
<i>Ascomorpha ecaudis</i>		√				
<i>Ascomorpha ovalis</i>		√	√			
<i>Asplanchna priodonta</i>	√	√	√		√	
<i>Brachionus bidentatus</i>	√					√
<i>Brachionus budapestinensis</i>			√			
<i>Brachionus calyciflorus</i>	√					
<i>Brachionus dimidiatus</i>			√			
<i>Brachionus quadridentatus</i>	√		√			√

<i>Brachionus sericus</i>			√			
<i>Brachionus urceolaris</i>	√	√				
<i>Cephalodella catellina</i>	√					
<i>Cephalodella gibba</i>	√				√	√
<i>Cephalodella intuta intuta</i>	√					
<i>Cephalodella nana</i>	√					
<i>Cephalodella ventripes</i>						√
<i>Collotheca ambigua</i>			√		√	
<i>Collotheca pelagica</i>					√	
<i>Collotheca stephanochaeta</i>	√				√	
<i>Colurella adriatica</i>		√				√
<i>Colurella colurus</i>	√	√			√	
<i>Colurella dicentra</i>	√					
<i>Colurella monodactylos</i>						√
<i>Colurella obtusa</i>						√
<i>Colurella sp.</i>	√				√	
<i>Colurella uncinata</i>		√				
<i>Conochilus hippocrepis</i>	√		√			
<i>Dicranophorus caudatus</i>		√				√
<i>Enteroplea lacustris</i>						√
<i>Epiphanes clavulata</i>		√				
<i>Euchlanis callimorpha</i>			√			
<i>Euchlanis deflexa</i>	√					
<i>Euchlanis d. dilatata</i>	√					√
<i>Euchlanis d.lucksiana</i>			√			√
<i>Euchlanis incisa</i>	√					√
<i>Euchlanis lyra</i>	√					
<i>Euchlanis meneta</i>						√
<i>Euchlanis phryne</i>						√
<i>Euchlanis sp.</i>	√					
<i>Euchlanis triquetra</i>	√		√			√
<i>Filinia longiseta</i>	√			√		
<i>Filinia pejeri</i>	√					
<i>Filinia sp.</i>			√			
<i>Gastropus stylifer</i>	√	√		√	√	
<i>Heterolepadella heterodactyla</i>	√					
<i>Hexarthra fennica</i>	√	√		√		
<i>Hexarthra intermedia</i>			√		√	
<i>Hexarthra mira</i>			√			
<i>Hexarthra sp.</i>	√	√			√	
<i>Kellicottia longispina</i>			√			
<i>Keratella americana</i>		√		√	√	
<i>Keratella cochlearis</i>		√	√	√	√	
<i>Keratella cochlearis hispida</i>	√	√	√		√	√
<i>Keratella hiemalis</i>			√			
<i>Keratella lenzi</i>			√			
<i>Keratella irregularis</i>			√			
<i>Keratella mixta</i>	√	√	√			
<i>Keratella paludosa</i>			√	√		
<i>Keratella procurva</i>			√			
<i>Keratella quadrata</i>	√	√	√	√	√	√
<i>Keratella reducta</i>		√	√			
<i>Keratella testudo</i>			√			
<i>Keratella ticinensis</i>	√		√		√	
<i>Keratella tropica</i>		√	√			

<i>Keratella valga</i>			√			
<i>Lecane arculeata</i>						√
<i>Lecane bulla bulla</i>	√		√		√	
<i>Lecane closteroerca</i>	√					
<i>Lecane crenata</i>	√					
<i>Lecane doryssa</i>		√			√	√
<i>Lecane hamata</i>					√	
<i>Lecane lamellata</i>	√					
<i>Lecane luna</i>	√		√		√	√
<i>Lecane lunaris</i>	√	√			√	
<i>Lecane monostyla</i>	√	√			√	
<i>Lecane papuana</i>						√
<i>Lecane punctata</i>	√	√	√			√
<i>Lecane sp.1</i>		√				
<i>Lecane sp.2</i>		√				
<i>Lecane quadridentata</i>	√					
<i>Lecane subtilis</i>						√
<i>Lepadella acuminata</i>	√					
<i>Lepadella adjuncta</i>	√		√			
<i>Lepadella ovalis</i>	√		√			
<i>Lepadella patella</i>	√					√
<i>Lepadella quadricarinata</i>	√					
<i>Lepadella sp.</i>	√					
<i>Lepadella triba</i>	√					
<i>Lophocharis oxysternon</i>	√					
<i>Lophocharis salpina</i>	√	√				
<i>Macrochaetus sp.</i>					√	
<i>Microcodides chlaena</i>						√
<i>Mytilina bisulcata</i>	√					
<i>Mytilina mucronata</i>	√					
<i>Mytilina ventralis</i>	√					
<i>Notholca foliacea</i>	√	√	√			
<i>Notholca sp.</i>	√				√	
<i>Notholca squamula</i>	√				√	
<i>Polyarthra euryptera</i>	√		√			
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	√	√	√	√	√	
<i>Polyarthra remata</i>	√	√	√	√	√	
<i>Polyarthra vulgaris</i>	√	√	√			
<i>Pompholyx complanata</i>		√	√			
<i>Pompholyx sulcata</i>		√	√			
<i>Pompholyx triloba</i>	√		√			
<i>Ptygura mucicola</i>	√				√	√
<i>Scaridium longicaudum</i>	√					
<i>Synchaeta oblonga</i>		√				
<i>Testudinella caeca</i>	√					
<i>Testudinella carlini</i>	√					
<i>Testudinella emarginula</i>	√		√			
<i>Testudinella incisa</i>	√					
<i>Testudinella patina</i>	√	√	√	√	√	
<i>Testudinella truncata</i>			√			
<i>Trichocerca collaris</i>	√					
<i>Trichocerca cylindrica</i>	√	√				
<i>Trichocerca elongata</i>		√				
<i>Trichocerca ruttneri</i>	√	√			√	
<i>Trichocerca stylata</i>	√	√				

<i>Trichocerca tigris</i>	√	√				
<i>Trichotria similis</i>			√			√
<i>Trichotria sp.</i>	√					
<i>Trichotria tetractis</i>	√		√			
<i>Trochosphaera solstitialis</i>					√	
<i>Wierzejskiella sabulosa</i>	√					

Tableau. Ensemble des algues des plans d'eau échantillonnés : La liste des algues identifiées dans cette étude comprend le nom des espèces et la présence dans le lieu de récolte : {BO} Boukourdane, {LE} Lakhal, {TA} Taksebt, {GR} Ghrib, {KE} Keddara et {CH} oued Chiffa.

Sites	BO	LE	TA	GR	KE	CH
<b>Cyanobactéries</b>						
<i>Anabaena affinis</i>				✓	✓	
<i>Anabaena circinalis</i>			✓			
<i>Anabaena contorta</i>			✓			
<i>Anabaena flos-aquae</i>		✓	✓	✓	✓	
<i>Anabaena sp.iroide</i>	✓		✓			
<i>Anabeana sp.</i>			✓			
<i>Anabeana variabilis</i>						✓
<i>Anacystis sp.</i>		✓				
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>		✓	✓			✓
<i>Aphanizomenon sp.</i>			✓		✓	
<i>Pseudoanabaena catenata</i>						✓
<i>Pseudoanabaena limnetica</i>						✓
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	✓			✓		✓
<i>Phormidium sp.</i>	✓		✓		✓	
<i>Phormidium tenue</i>		✓				
<i>Planktolyngbya sp.</i>		✓				
<i>Tradorma solitera</i>		✓	✓	✓		✓
<i>Cylindrosp.ermopsis</i>		✓	✓			
<i>Chloroflexus sp.</i>		✓				
<i>Aphanonocapsa sp.</i>		✓				
<i>Aphanothece hegewaldii</i>					✓	
<i>Chroococcus giganteus</i>		✓	✓			
<i>Chroococcus turgidus</i>		✓		✓		
<i>Chroococcus limneticus</i>		✓				
<i>Eucapsis sp.</i>		✓	✓			
<i>Glaucocystis nostochinearum</i>		✓				
<i>G. sp.</i>				✓		
<i>Gleocapsa sp.</i>			✓			
<i>Gleothece rupestris</i>			✓			
<i>Gleotrichia echinulata</i>	✓				✓	
<i>Gomphosp.haeria aponina</i>		✓		✓		
<i>Gomphosp.haeria lacustris</i>		✓				
<i>Haploisiplon sp.</i>		✓				
<i>Homoethrix</i>			✓			
<i>Merismopedia elegans</i>		✓				
<i>Merismopedia tenuissima</i>		✓				
<i>Microcystis aeruginosa</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Microcystis flos-aquae</i>		✓		✓	✓	
<i>Microcystis incerta</i>	✓		✓		✓	
<i>Microcystis viridis</i>		✓				
<i>Microcystis wesenbergii</i>			✓		✓	
<i>Synechococcus aeruginosa</i>		✓			✓	
<i>Synechococcus crassa</i>			✓			
<i>Synechococcus elongatus</i>		✓				
<i>Synechococcus sp.</i>		✓			✓	
<i>Arthrosp.ira okensis</i>		✓	✓	✓		
<i>Beggiatoa alba</i>	✓	✓			✓	
<i>Lyngbya limnetica</i>		✓		✓		
<i>Lyngbya sp.</i>	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Oscillatoria agardhii</i>			✓		✓	
<i>Oscillatoria animalis</i>			✓			
<i>Oscillatoria limnetica</i>	✓		✓		✓	
<i>Oscillatoria limosa</i>		✓				
<i>Oscillatoria sancta</i>		✓		✓		✓
<i>Oscillatoria sp..</i>		✓	✓			
<i>Oscillatoria tenuis</i>		✓				
<i>Microcoleus chthonoplastes</i>	✓	✓	✓		✓	
<i>Microcoleus lacustris</i>		✓			✓	
<i>Planktothrix agardhii</i>					✓	
<i>Rivularia globiceps</i>		✓	✓			
<i>Romeria elegans</i>			✓		✓	
<i>Schizothrix sp.</i>		✓				
<i>Scytonema hofmanni</i>	✓		✓			
<i>Scytonema sp.</i>					✓	
<i>Trichodesmium sp.</i>		✓				
<b>Bacillariophyta</b>						
<b>O. Centrales</b>						
<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>		✓				
<i>Aulacoseira distans</i>			✓			
<i>Aulacoseira granulata</i>		✓	✓			
<i>Aulacoseira granulata var.</i>		✓				

<i>angustissima</i>						
<i>Aulacoseira</i> sp. {LE}			✓			
<i>Bacillaria paxillifer</i>			✓			
<i>B.</i> sp.			✓			
<i>Caloneis bacillum</i>			✓			
<i>Cyclotella comta</i>				✓		
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	✓		✓			
<i>Cyclotella radiosa</i>	✓		✓			
<i>Cyclotella pseudostelligera</i>			✓			
<i>Cyclotella stelligera</i>			✓			
<i>Hydroseira</i> sp.			✓			
<i>Melosira italica</i>						✓
<i>Melosira granulata</i>				✓		✓
<i>Melosira varians</i>				✓		✓
<i>Rhizosolenia longisetata</i>			✓			
<i>Stephanodiscus</i> sp..			✓			
<i>Thalassiosira lacustris</i>			✓	✓		
<i>Thalassiosira</i> sp..			✓	✓		
<i>Triceratium arcticum</i>			✓			
<b>O. Pennales</b>						
<i>Actinella africana</i>					✓	
<i>Actinella</i> sp.			✓	✓		
<i>Achnanthes clevei</i>					✓	
<i>Achnanthes lanceolata</i>	✓		✓			
<i>A. minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i>			✓			
<i>Achnantes minutissima</i>	✓		✓			
<i>Amphora ovalis</i>	✓		✓			
<i>Amphora</i> sp.			✓			
<i>Asterionella formosa</i>	✓		✓		✓	
<i>Asterionella</i> sp.						✓
<i>Caloneis amphisbaena</i> var. <i>fenzii</i>			✓			
<i>Cocconeis pediculus</i>			✓	✓		
<i>Cocconeis placentula</i>	✓		✓			
<i>Cocconeis</i> sp.			✓			
<i>Cymatopleura elliptica</i>			✓			
<i>Cymatopleura solea</i>			✓			
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i>			✓			
<i>Cymbella affinis</i>			✓	✓		
<i>Cymbella lanceolata</i>			✓			
<i>Cymbella minuta</i>			✓			
<i>Cymbella</i> sp.			✓			
<i>Diatoma ehrenbergii</i>	✓		✓			
<i>Diatoma mesodon</i>			✓	✓		
<i>Diatoma vulgare</i>	✓		✓	✓		✓
<i>Ditylum brightwellii</i>			✓	✓		
<i>Eunotia flexuosa</i>			✓		✓	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>lanceolata</i>			✓			
<i>Fragilaria capucina</i>			✓		✓	
<i>Fragilaria ulna</i>			✓	✓		
<i>Frustulia rhomboides</i>			✓	✓	✓	
<i>F.</i> sp.			✓			
<i>Gomphonema olivaceum</i>	✓		✓	✓		
<i>G. parvulum</i>			✓	✓		
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	✓		✓	✓		✓
<i>Gyrosigma</i> sp.					✓	
<i>Hannaea arcus</i>					✓	
<i>Meridion circulare</i>	✓					
<i>Navicula cusp.idata</i>	✓		✓		✓	
<i>Navicula radiosa</i>			✓		✓	
<i>Navicula subalpina</i>			✓	✓		
<i>Navicula transitans</i>						✓
<i>N.</i> sp.1			✓	✓	✓	✓
<i>N.</i> sp.2			✓			
<i>Navicula viridula</i>					✓	
<i>Nitzschia acicularis</i>	✓		✓			
<i>N. longissima</i>			✓			
<i>N. holsatica</i>						✓
<i>Nitzschia obtusa</i>					✓	
<i>Nitzschia palea</i>					✓	
<i>Pinnularia viridis</i>	✓		✓			
<i>Pinnularia</i> sp.			✓			
<i>Pseudonitzschia seriata</i>			✓			
<i>Rhoicosp.haenia abbreviate</i>	✓		✓	✓	✓	✓
<i>Rhopalodia gibba</i>			✓			
<i>Skeletonema costatum</i>			✓	✓		
<i>Stauroneis anceps</i>					✓	
<i>Surirella minuta</i>					✓	
<i>Surirella</i> sp.fendida	✓		✓			

<i>Surirella ovalis</i>	✓					
<i>Synedra acus</i>	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Synedra affinis</i>				✓		
<i>S. pulchella</i>	✓	✓	✓			
<i>S. ovata</i>		✓	✓	✓		
<i>S. sp.</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Synedra ulna</i>	✓			✓	✓	
<i>Tabellaria fenestrata</i>		✓	✓			
<i>Tabellaria flocculosa</i>			✓		✓	
<i>Tabellaria sp.</i>	✓	✓	✓			
<i>Urosolenia eriensis</i>		✓				
<b>Chrysophyta</b>						
<i>Mallomonas sp.</i>			✓			
<i>Synura sp.hagnicola</i>			✓			
<i>Synura uvella</i>		✓	✓			
<b>Xanthophyta</b>						
<i>Ophiocytium parvulum</i>		✓				
<i>Tetraedriella sp.</i>		✓				
<i>Tribonema affine</i>		✓	✓			
<i>Tribonema viride</i>		✓		✓		
<i>T.sp.</i>		✓				
<i>Vaucheria sp.1</i>		✓	✓	✓	✓	
<i>Vaucheria sp.2</i>		✓		✓	✓	
<b>Pyrrhophyta</b>						
<i>Cryptomonas sp.</i>		✓				
<i>Ceratium hirundinella</i>	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>C. comutum</i>			✓			
<i>C. furcoides</i>			✓			
<i>C. lineatus</i>			✓			
<i>C.sp.</i>		✓	✓			
<i>Gymnodinium aeruginosum</i>			✓			
<i>G.undulatum</i>			✓			
<i>G.sp.1</i>		✓	✓			
<i>G. sp. 2</i>		✓				
<i>Peridinium aciculiferum</i>	✓		✓			
<i>Peridinium cinctum</i> }		✓	✓			
<i>Peridinium pusillum</i>	✓		✓			
<i>Peridinium sp.</i>		✓	✓			
<i>Peridinium tabulatum</i>		✓				
<i>Prorocentrum sp.</i>		✓				
<b>Euglenophyta</b>						
<i>Euglena acus</i>		✓				
<i>Euglena oxyuris</i>	✓	✓	✓		✓	
<i>Euglena viridis</i>	✓	✓	✓			
<i>Euglena sp.1</i>			✓			
<i>Lepocinclis ovum</i>	✓	✓				
<i>Lepocinclis salina</i>			✓			
<i>P. cervicauda</i>	✓	✓	✓		✓	
<i>P. caudatus</i>		✓				
<i>P. elegans</i>		✓			✓	
<i>P. granum</i>		✓				
<i>Phacus gigas</i>			✓			
<i>Phacus longicauda</i>		✓	✓	✓		
<i>Phacus orbicularis</i>		✓				
<i>Phacus pleuronectes</i>	✓	✓				
<i>Phacus pyrum</i>		✓	✓			
<i>P.sp.1</i>		✓	✓			
<i>P.sp.2</i>		✓				
<i>P.tortus</i>		✓	✓	✓		
<i>Strombomonas sp.</i>			✓			
<i>Strombomonas verrucosa</i>					✓	
<i>Trachelomonas planctonica</i>		✓	✓			
<i>Trachelomonas volvocina</i>			✓			
<i>Menoidium gracile</i>		✓	✓			
<i>Calycimonas sp.</i>			✓			
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Carteria obtusa</i>		✓	✓			
<i>Carteria sp.</i>		✓	✓			
<i>Chlamydomonas globosa</i>		✓				
<i>Chlamydomonas sp..</i>	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Chlorogonium elongatum</i>	✓		✓			
<i>Eudorina elegans</i>		✓	✓	✓		
<i>Eudorina sp.1</i>		✓				
<i>Eudorina sp.2</i>		✓				
<i>Gonium pectorale</i>	✓	✓	✓		✓	
<i>Gonium sp.</i>		✓		✓		
<i>Haematococcus lacustris</i>		✓				
<i>Haematococcus sp.</i>				✓		
<i>Hemitoma meandrocystis</i>	✓	✓	✓		✓	
<i>Pandorina morum</i>		✓	✓			
<i>Pandorina sp.</i>	✓	✓	✓		✓	✓

<i>Pleodorina indica</i>		✓				
<i>Volvox aureus</i>					✓	
<i>Volvox sp.</i>	✓		✓	✓	✓	
<i>Gleocystis sp.</i>			✓	✓		
<i>Tetrasp.ora sp. 1</i>		✓	✓		✓	
<i>Tetrasp.ora sp. 2</i>					✓	
<i>Actinastrum hantzschii</i>	✓					✓
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	✓					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>				✓		
<i>Arthrodesmus triangularis</i>			✓		✓	
<i>Asterococcus superbus</i>		✓	✓			
<i>A.sp.</i>		✓	✓			
<i>Botryococcus braunii</i>		✓	✓			✓
<i>B. terribilis</i>		✓	✓			
<i>B. sp.</i>			✓			
<i>Chattonella antiqua</i>		✓		✓		
<i>Ch sp.1</i>		✓				
<i>Ch.sp.2</i>		✓				
<i>Chodatella subsalsa</i>			✓			
<i>Chlorella minutissima</i>					✓	
<i>Chlorella sp.</i>	✓		✓			✓
<i>Coelastrum astroideum</i>		✓	✓			
<i>Coelastrum cambricum</i>		✓	✓			
<i>Coelastrum microporum</i>		✓	✓		✓	
<i>Coelastrum morus</i>		✓	✓			
<i>Coelastrum polychordum</i>		✓	✓			
<i>Coelastrum reticulatum</i>		✓				
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>			✓			
<i>Coenococcus sp.</i>					✓	
<i>Coenocystis sp.</i>	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Crucigenia cuneiformis</i>		✓		✓		
<i>C. sp.1</i>		✓	✓			
<i>C.sp.2</i>		✓				
<i>Crucigeniella apiculata</i>		✓	✓			
<i>Crucigeniella crucifera</i>		✓				
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	✓	✓			✓	✓
<i>Dictyosp.haerium ehrenbergianum</i>		✓				
<i>Dictyosp.haerium pulchellum</i>		✓	✓			✓
<i>Dictyosp.haerium sp.</i>				✓		
<i>Elakatothrix viridis</i>						✓
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>			✓			
<i>Elakatothrix genevensis</i>						✓
<i>Eremosp.haera viridis</i>			✓			
<i>Franceia echidna</i>			✓			
<i>Golenkinia radiata</i>		✓				
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	✓		✓	✓	✓	✓
<i>Hydrodictyon sp.</i>			✓			
<i>Kirchneriella lunaris</i>		✓				
<i>Kirchneriella obesa</i>		✓				
<i>Micractinium pusillum</i>	✓				✓	✓
<i>Monoraphidium contortum</i>				✓		
<i>Monoraphidium setiforme</i>			✓			
<i>Nephrocytium agardhianum</i>		✓				
<i>Oocystis apiculata.</i>		✓	✓		✓	
<i>Oocystis borgei</i>		✓	✓			
<i>Oocystis elliptica</i>		✓	✓			
<i>Oocystis lacustris</i>		✓	✓	✓		
<i>Oocystis parva</i>		✓				
<i>Oocystis submarina</i>		✓			✓	
<i>Oocystis sp.</i>	✓		✓	✓	✓	
<i>Palmodictyon viride</i>			✓			
<i>Palmodictyon sp.</i>			✓		✓	
<i>Pediastrum berlinense</i>		✓				
<i>Pediastrum biradiatum</i>		✓				
<i>Pediastrum boryanum var. boryanum</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Pediastrum boryanum var.longicorne</i>		✓				
<i>Pediastrum clathratum</i>	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Pediastrum duplex var. gracillimum</i>		✓	✓		✓	
<i>Pediastrum duplex var. rugulosum</i>		✓	✓			
<i>Pediastrum duplex var.duplex</i>	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Pediastrum obtusum</i>		✓				
<i>Pediastrum simplex var. simplex</i>	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Pediastrum tetras</i>		✓	✓			
<i>Planktosp.haeria gelatinosa</i>				✓		
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	✓	✓	✓			✓
<i>Scenedesmus acutiformis</i>		✓	✓		✓	
<i>Scenedesmus armatus var.</i>		✓				

<i>armatus</i>						
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>		✓				
<i>Scenedesmus bijugatus</i> var. <i>alternas</i>		✓				
<i>Scenedesmus dimorphus</i>		✓	✓			
<i>Scenedesmus eornis</i>		✓	✓			
<i>Scenedesmus incrassatulus</i>			✓			
<i>Scenedesmus opoliensis</i>		✓				
<i>Scenedesmus parvus</i> var. <i>granulatus</i>		✓				✓
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	✓	✓	✓			
<i>Scenedesmus serratus</i>			✓			
<i>Sorastrum</i> sp.			✓			
<i>Sp.haerocystis</i> sp.		✓				
<i>Tetraedron gracile</i>						✓
<i>Tetraedron regulare</i>		✓	✓			
<i>Tetraedron minimum</i>		✓	✓			
<i>T. sp.1</i>		✓				
<i>T. sp.2</i>						✓
<i>Tetrastrum multisetum</i>			✓			
<i>Tetrastrum tetracanthum</i>		✓				
<i>Microsp.ora</i> sp.			✓			
<i>Closteriopsis longissima</i>			✓			
<i>Closterium acerosum</i>	✓				✓	✓
<i>Closterium aciculare</i>	✓		✓		✓	
<i>Closterium ehrenbergii</i>	✓					✓
<i>Closterium gracile</i>			✓			
<i>C. idiosp.orum</i>			✓			
<i>C. intermedium</i>						✓
<i>C. lanceolatum</i>						✓
<i>C. monoliferum</i>						✓
<i>Closterium navicula</i>	✓	✓			✓	
<i>C. parvulum</i> var. <i>parvulum</i>						✓
<i>C. striolatum</i>			✓			
<i>Closterium</i> sp.1					✓	
<i>Closterium</i> sp.2						✓
<i>Closterium</i> sp.3						✓
<i>Closterium</i> sp.4						✓
<i>C. tumidulum</i>						✓
<i>Closterium venus</i>				✓		
<i>Cosmarium abbreviatum</i>	✓					
<i>Cosmarium affine</i> Racib.						
<i>Cosmarium contractum</i>		✓	✓			
<i>Cosmarium depressum</i>		✓	✓			
<i>C. humile</i>	✓		✓		✓	✓
<i>C.impressulum</i>		✓				
<i>C. meneghinii</i>		✓				
<i>C. punctulatum</i>		✓			✓	
<i>C. trilobulatum</i>		✓				
<i>Cosmarium</i> sp..	✓	✓	✓		✓	
<i>Desmidium baileyi</i>		✓	✓			
<i>Desmidium swartzii</i>		✓				
<i>Gonatozygon kinahani</i>					✓	
<i>Gonatozygon</i> sp.	✓		✓		✓	
<i>Micrasteria crux</i>	✓		✓		✓	✓
<i>Micrasteria</i> sp.			✓			
<i>Staurastrum crenulatum</i>		✓	✓		✓	
<i>S. cingulum</i>			✓			
<i>S.dejectum</i>		✓	✓			
<i>S.gracile</i>			✓			
<i>S.ensiferum</i>		✓	✓			
<i>S.paradoxum</i>		✓			✓	
<i>S.planctonicum</i>	✓	✓	✓		✓	
<i>S. pseudopelagicum</i>			✓			
<i>S. tetracerum</i>		✓	✓			
<i>S. uplandicum</i>	✓		✓			
<i>S. sp.</i>		✓	✓			
<i>Binuclearia tectorum</i>						✓
<i>Binuclearia</i> sp.				✓		
<i>Klebsormidium</i> sp.			✓			
<i>Planktonema lauterbornii</i>		✓				
<i>Ulothrix zonata</i>	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Uronema gigas</i>			✓			
<i>Chaetophora elegans</i>	✓					
<i>Stigeoclonium aestivale</i>	✓					✓
<i>Stigeoclonium factum</i>					✓	
<i>Cladophora glomerata</i>			✓		✓	✓
<i>Pitophora</i> sp.		✓				
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>						✓
<i>Rhizoclonium</i> sp.			✓			
<i>Oedogonium</i> sp.1	✓	✓	✓		✓	

O. sp. 2			✓			
<i>Mougeotia parvula</i>					✓	
<i>Mougeotia scalaris</i>			✓			
<i>Mougeotia</i> sp.			✓		✓	
<i>Pleurotaenium trabecula</i>			✓	✓	✓	
<i>P. maculatum</i>			✓			
<i>Sirogonium</i> sp.		✓	✓			
<i>Spirogyra crassa</i>			✓	✓	✓	✓
<i>Spirogyra</i> sp.	✓					
<i>Spirotaenia condensata</i>			✓			
<i>Teilingia granulata</i>			✓			
<i>Zygnema leiospermum</i>		✓	✓			
<i>Zygnema stellinum</i>						✓
Z.sp. 1		✓	✓	✓	✓	
Algue indéterminée	✓					
<i>Trentepohlia aurea</i>	✓		✓			
<b>Charophyta</b>						
<i>Nitella flexilis</i>						✓
<i>Nitella opaca</i>	✓		✓		✓	
<i>Chara vulgaris</i>	✓					
<b>Rhodophyta</b>						
<i>Audorinella</i> sp.		✓				
<i>Compsopogon</i> sp.	✓	✓				
<i>Bostrychia</i> sp.		✓				
<b>Total</b>	83	240	196	61	88	56

### APPENDICES 3

#### Tableaux d'abondance

Très abondant : 61-100% (+ + + + +)

Abondant : 41-60% (+ + + +)

Peu fréquent : 10-40% (+ + +)

Rare : 5-10% (+ +)

Présent occasionnellement : 0-5% (+)

Non détecté : 0 (-)

Hiv : janvier- février- mars

Print : avril- mai- juin

Eté : juillet- août- septembre

Aut : octobre- novembre- décembre

Algues  
BOUKOURDANE :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Anabaena spiroide	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Raphidiopsis mediterranea	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Phormidium sp	+	-	-	-	+	+	+	-	+
Gleotrichia echinulata	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Microcystis aeruginosa	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Microcystis incerta	-	+++	+	-	-	+++	-	+	+
Beggiatoa alba	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Lyngbya sp	-	+	+	-	-	+	+	-	+++
Oscillatoria limnetica	-	+	+	++	+	+	+	-	+++
Microcoleus chthonoplastes	-	++	+	-	-	+	+	-	+
Scytonema hofmanni	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Cyclotella meneghiniana	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Cyclotella radiosa	-	+	+	-	-	+	-	-	-
Achnanthes lanceolata	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Achnantes minutissima	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Amphora ovalis	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Asterionella formosa	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Diatoma ehrenbergii	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Diatoma vulgare	-	+	+	-	-	+	-	-	+
Gomphonema olivaceum	+++	+	-	-	++	+	-	-	+
Gyrosigma acuminatum	-	+	-	-	+	+	-	-	+
Meridion circulare	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Navicula cuspidata	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Nitzschia acicularis	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Pinnularia viridis	-	+	-	-	-	+	+	-	+
Rhoicosphaenia abbreviate	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Surirella splendida	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Surirella ovata	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Synedra acus	-	+++	++++	+++	+++	+	+	+	+
S. pulchella	-	+	+	-	++	++	+++	+++	+
S. sp	-	+	--	-	-	+	-	-	-
Synedra ulna	-	-	+	-	-	+	-	-	+
Tabellaria sp	-	+	+	+	+	-	-	+	-
Ceratium hirundinella	-	+	++	-	-	+	++	-	-
Peridinium aciculiferum	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Peridinium pusillum	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Euglena oxyuris	-	+	-	-	-	+	-	-	-

Euglena viridis	-	+	+	-	-	+	+	-	+
P. cervicauda	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Phacus pleuronectes	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Chlamydomonas sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Chlorogonium elongatum	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Gonium pectorale	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Hemitoma meandrocystis	-	++	+	-	-	++	+	-	+
Pandorina sp	+	+	-	-	+	+	+	-	+
Volvox sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Actinastrum hantzschii	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Ankistrodesmus falcatus	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Chlorella sp	-	+	-	-	+	+	+++	-	+
Coenocystis sp	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Crucigeniella rectangularis	+++	-	+	-	++	-	+	+++	++
Hydrodictyon reticulatum	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Micractinium pusillum	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Oocystis sp	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Pediastrum boryanum var. boryanum	-	+	-	-	+++	+	+	-	++
Pediastrum clathratum	+	+	++	-	+	+	+	-	+
Pediastrum duplex var. duplex	-	-	+	+++	++	+	+	+	+
Pediastrum simplex var. simplex	-	+	+++	+++	+++	++	+++	+++	+
Scenedesmus acuminatus	-	+	+	-	+	-	+	-	+
Scenedesmus quadricauda	-	+	+	++	+	+	-	+	+
Closterium acerosum	-	-	+	-	-	-	+	-	+
Closterium aciculare	-	++	-	-	-	+++	-	-	+
Closterium ehrenbergii	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Closterium navicula	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Cosmarium abbreviatum	-	+	-	-	-	+	-	-	+
C. humile	++	+	-	-	+	+	+	-	+
Cosmarium sp.	+	-	-	-	+	-	-	-	+
Desmidium baileyi	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Gonatozygon sp	-	++	-	-	-	++	-	-	+
Micrasteria crux	-	+	+	-	-	+	-	-	+
Ulothrix zonata	-	+	-	-	-	+	+	-	+
Chaetophora elegans	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Stigeoclonium aestivale	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Oedogonium sp	+++	+	-	-	++	+	-	-	+++
Spirogyra {	-	+	+	+++	-	+	+	-	+
Staurastrum planctonicum	-	-	-	-	-	+	-	-	-
S. uplandicum	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Algue indéterminée	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Trentepohlia aurea	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Nitella opaca	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Chara vulgaris	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Compsopogon sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-

## GHRIB :

espèces Ghrif	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2
Raphidiopsis mediterranea		++	+	-	+	+	+	+
Microcystis aeruginosa		+	+	-	++++	+++++	++++	+++
Microcystis flos-aquae		++++	+++	++++	+++	++	+++	+++
Nitzschia obtusa		+	+	-	+	-	+	-
Synedra affinis		+	+	+	+	+	+	+
S. ovata		+	++	+	+	+	+	+
S. sp		+	+	+	+	+	+	+
Synedra ulna		+	++	+++	+	+	++	+
Vaucheria sp1		+	+	-	++	-	-	-
Vaucheria sp2		+	+	++	+	+	+	+
Ceratium hirundinella		+	++	+++	-	+	+++	++
Haematococcus sp		+	+	-	+	+	-	+
Coenocystis sp		-	+	-	+	+	+	+
Monoraphidium contortum		+	+	+	+	+	+	-
Oocystis lacustris		+	+	-	+	-	+	-
Pediastrum boryanum var. boryanum		+	-	-	-	-	-	-
<b>Pediastrum clathratum</b>		+	+	-	+	+	-	+
<b>Pediastrum duplex var.duplex</b>		+	-	-	+	+	+	+
<b>Pediastrum simplex var. simplex</b>		+	-	+	+	-	+	+
Closterium aciculare		+	+++	-	-	+	+++	-
Pleurotaenium trabecula		+	+	-	-	+	+	-
<b>Spirogyra crassa</b>		+	+	+	+	+	+	-
<b>Staurastrum crenulatum</b>		+	+	-	+	+	-	+
<b>Staurastrum planctonicum</b>		+++	+	-	+++	+	-	+++

## KEDARRA :

espèces Keddara	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Phormidium sp	+++	+++	+	+	+	+	-	+	+
Microcystis aeruginosa	-	+++	+++	+++	+	++	+++	+++	+
Microcystis incerta	-	+	-	-	+	++	++	-	+
Synechococcus aeruginosa	-	++	+++	-	-	+++	+++	-	-
Synechococcus sp	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Lyngbya sp	-	+	++	+++	+	+	-	-	+
Oscillatoria limnetica	-	+	+	-	+	+	-	-	+
Microcoleus chthonoplastes	-	++	+	+	++	++	++	++	++
Microcoleus lacustris	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Planktothrix agardhii	-	-	-	-	+	+	-	++	+
Romeria elegans	-	-	++	-	-	-	++	-	-
Gyrosigma sp	-	++	++	+++	+	++	++	+++	+
Rhoicosphaenia abbreviate	-	-	-	-	+	+	+	++	++
Vaucheria sp1	-	-	-	-	+++	++	-	++	+++
Vaucheria sp2	-	-	-	-	+	+	+	+++	++
Ceratium hirundinella	-	++	++	+	+	++	++	+	+
Chlamydomonas sp.	-	-	+++	-	-	-	-	-	-
Gonium pectorale	-	+	-	-	+	+	+	-	+
Hemitoma meandrocystis	+++	+	-	-	+	+	-	-	+
Microactinium pusillum	-	++	-	-	-	+++	-	-	-
Gonatozygon kinahani	-	++	-	-	+	+	-	-	+
Mougeotia parvula	-	-	-	-	+++	+++	+	+	+++
Mougeotia sp	+++	-	-	-	+++	-	-	-	+++
Pleurotaenium trabecula	+++	+	-	-	++	+	+	-	+
Spirogyra crassa	-	+	+	-	-	+	++	+++	-
Staurastrum crenulatum	-	-	-	-	+	+	+	+	++
Staurastrum paradoxum	-	+	+	-	-	++	+	-	-

## LAKHAL :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Anabaena flos-aquae	-	+	+++	+	+	+	+++	+	+
Chroococcus turgidus	++	++	-	++	+	+	-	+	++
Gomphosphaeria lacustris	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Merismopedia tenuissima	-	-	+	+	-	-	+	+	-
Microcystis aeruginosa	-	+	+++	+++	+	++	+++	+++	+
Microcystis flos-aquae	-	-	+	+	-	-	+	+	+
Arthrospira okensis	-	+	-	+	+	+	-	+	+
Bacteriastrum hyalinum	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Fragilaria capucina var. lanceolata	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Navicula subalpina	+++	++	+++	++	++	++	+++	+++	+++
Nitzschia acicularis	-	+	-	+	+	+	-	+	-
N. longissima	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ceratium hirundinella	-	+	+	+	-	+	+	+	-
Peridinium tabulatum	-	+	++	+	-	+	++	+	-
Euglena oxyuris	-	+	+	+	-	-	+	+	-
Phacus longicauda	+++	+++	+	+++	+	++	+	+	++
P. tortus	-	+	+	-	-	+	-	-	-
Pandorina sp	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Coelastrum cambricum	+	+	+	-	+	+	-	-	-
Crucigenia cuneiformis	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Crucigeniella apiculata	+	++	-	-	+	+	-	-	+
Dictyosphaerium ehrenbergianum	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Pediastrum boryanum var. boryanum	-	+++	+	-	-	++	-	-	-
Pediastrum clathratum	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Pediastrum duplex var. duplex	+++	+	+	+	++	+	+	++	+++
Pediastrum simplex var. simplex	-	+	+	+	-	+	+	+	-
Scenedesmus acutiformis	-	+	+	+	-	+	+	+	-
Scenedesmus quadricauda	-	+	+	+	-	+	+	-	-
Cosmarium depressum	-	+	+	+	+	++	++	++	+
Staurastrum crenulatum	-	+	+	-	-	+++	+	-	-
Staurastrum planctonicum	++++	+++	+++	++	+++++	+++	+++	+++	++++

## TAKSEBT :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Aphanizomenon flos-aquae	-	++	+	-					
Aphanizomenon sp	-	+	-	+					
Microcystis aeruginosa	++	+	++	+++					
Microcystis incerta	+	+	+	+					
Microcystis wesenbergii	++	+	+	+++					
Oscillatoria agardhii	+	+	+	+					
Oscillatoria animalis	-	-	+	+					
Oscillatoria limnetica	+	+	+	+					
Melosira granulata	++	+	+	++					
Rhoicosphaenia abbreviate	-	+	+	+					
S. pulchella	-	+	+	-					
S. ovata	-	+	+	-					
Ceratium hirundinella	++	+	++	+					
C. cornutum	-	+	+	-					
C. furcoides	-	+	-	-					
C. lineatus	+	+	-	+					
C.sp	-	+	-	+					
Euglena oxyuris	-	+	+	-					
Phacus gigas	-	+	-	-					
Phacus longicauda	-	+	+	-					
Trachelomonas planctonica	-	+	-	-					
Chlamydomonas sp.	++	+	-	+					
Arthrodesmus triangularis	++	+	+	+					
Chlorella sp	+	+	+	+					
Coelastrum cambricum	-	+	+	+					
Monoraphidium setiforme	-	+++	+	-					
Oocystis apiculata.	-	+	+	-					
Oocystis sp	-	+	+	-					
Pediastrum clathratum	-	+	-	-					
Pediastrum duplex var.duplex	+	+	+	-					
Pediastrum simplex var. simplex	-	+	+	-					
Pediastrum tetras	-	+	-	-					
Closteriopsis longissima	-	+	+++++	+					
Closterium aciculare	+++	+++	+	++					
Closterium gracile	-	+++	+	-					
Cosmarium sp.	+++	+	+	+++					
Mougeotia sp	-	+	+	+					
Staurastrum crenulatum	+	+	+	+					
Staurastrum dejectum	+	+	+	+					

Staurastrum ensiferum	+	+	+	+					
Staurastrum planctonicum	+	+	+	+					
S. pseudopelagicum	-	+	+	+					
S. tetracerum	+	+	+	+					
S. uplandicum	+	+	+	+					
S. sp	+	+	+	+					

## CHIFFA :

espèces Chiffa	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2
Microcystis aeruginosa Kützing		+	+	-				
Oscillatoria sancta (kuetz)		+	++++	+++++				
Melosira varians Agardhi.		++	+	-				
Asterionella sp		+	+	-				
Hydrodictyon reticulatum (Linnaeus) Lagerheim		+	+	-				
Pediastrum boryanum var. boryanum (Turp.) Meneghini		+	+	-				
Ulothrix zonata (Weber & Mohr) Kützing		+	+	-				
Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing		+++	+	-				
CHLORELLA SP		++++	+	-				
SPIROGYRA CRASSA		++	+++	-				
NAVICULA SP		+++	+	-				

## Copépodes

## CHIFFA

espèces Chiffa	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2
Acanthocyclops trajani		+	++					
Diacyclops bicuspidatus odessanus		+++	-					
Eucyclops agiloides		++	++					
Graeteriella unisetigera		-	+					
Megacyclops viridis		+++	+					
Microcyclops (Microcyclops) varicans		+	+					
Paracyclops chiltoni		++++	+++++					
Paracyclops poppei		++	+++					
Tropocyclops prasinus		+	-					
Attheyella (Mrazekiella) trispinosa		+	-					
Phyllognathopus viguieri		+	-					

## BOUKERDANE:

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Copidodiaptomus numidicus		++	+++	+++++	++++	+	+++	+++++	+++
Acanthocyclops trajani		+++	++	+	+++	+++	+	+	+++
Cyclops strenuus strenuus		++	+	+++	+++	+	+	+++	+++
Eucyclops agiloides		++	+++	++	+	++	+++	+++	+
Eucyclops serrulatus		+	-	-	-	+	-	-	+
Macrocyclus albidus		+	+	+	+	+	++	+	+
Megacyclus viridis		++	+	+	+	+	+	+	++
Metacyclus minutus		+++	+++	-	-	+++	+++	-	-
Microcyclops varicans		+	++	-	-	+	+	-	+
Microcyclops rubellus		++	+	+	-	++	+	-	-
Paracyclus affinis		+	-	-	-	+	-	-	+
Paracyclus chiltoni		++	+	+	++	+++	+	+	+++
Tropocyclops prasinus		++	-	-	-	+++	-	-	+

## GHRIB :

espèces Ghrib	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2
Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus		+++++	++++	+++++	++++	+++++	++++	+++++
Arctodiaptomus wierzejskii		+	-	++	+++	++	-	+++
Acanthocyclops trajani		+	+	+	+	+	-	+
Eucyclops agiloides		+++	++++	+	+++	+++	++++	+

## KEDDRA :

espèces Keddara	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Copidodiaptomus numidicus	+++	+++	+++	++++	++++	+++	++++	++++	+++
Acanthocyclops trajani	+++	+++	+	+	+++	+++	+	+	+++
Cyclops abyssorum mauritaniae	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Cyclops strenuus strenuus	+++	++	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++
Diacyclops bicuspidatus odessanus	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Ectocyclops phaleratus	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Macrocyclus albidus	+	++	+++	+	++	++	+++	+	+
Megacyclus gigas	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Megacyclus viridis	+	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+
Metacyclus minutus	-	++	++	-	-	++	+++	-	-
Paracyclus chiltoni	+	+++	+++	+	++	+++	++	+	++

## LAKHAL :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
<i>Acanthocyclops trajani</i>	+++	++++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++
<i>Cyclops abyssorum mauritaniae</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cyclops strenuus strenuus</i>	+++	+++	+	+++	+++	++	+	+++	++++
<i>Cryptocyclops linjanticus</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Diacyclops bicuspidatus odessanus</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	+
<i>Diacyclops bisetosus</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Eucyclops agiloides</i>	+	++	+++	++	++	++	+++	+++	-
<i>Eucyclops serrulatus</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Macrocyclus albidus</i>	+++	+	+	+	+	+	++	+	+
<i>Macrocyclus fuscus</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Megacyclus viridis</i>	++	+	+	+++	+	+	-	+++	++
<i>Metacyclus minutus</i>	-	+++	+++	-	-	++	+++	-	-
<i>Metacyclus planus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Microcyclops varicans</i>	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Microcyclops rubellus</i>	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Paracyclops affinis</i>	-	+	-	-	-	+	+	-	-
<i>Paracyclops chiltoni</i>	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Thermocyclops crassus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-

## TAKSEBT :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Copidodiaptomus numidicus	++	++	+++	+++					
Diaptomus (Chaetodiaptomus) cyaneus cyaneus	+++++	++++	-	+					
Mixodiaptomus incrassatus	-	+	+	-					
Tropodiaptomus incognitus	-	-	+	-					
Acanthocyclops trajani	++	+++	++	+					
Cyclops strenuus strenuus	+++	+	++	+++					
Cryptocyclops linjanticus	-	+	-	-					
Diacyclops bicuspidatus odessanus	-	+	-	-					
Diacyclops bisetosus	-	+	-	-					
Eucyclops agiloides	+	+++	+++	+++					
Eucyclops serrulatus	-	-	-	+					
Macrocyclus fuscus	-	+	-	-					
Megacyclus viridis	+	+	-	+++					
Microcyclus varicans	-	+	++	-					
Microcyclus rubellus	-	++	+	+					
Paracyclus chiltoni	+	++	+++	++					
Thermocyclops oblongatus	-	-	+	-					

## Rotifères

## CHIFFA :

espèces Chiffa	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2
Brachionus bidentatus bidentatus		+	-					
Brachionus quadridentatus		+	+					
Keratella cochlearis.var hispida		-	+++					
Keratella quadrata		-	+					
Cephalodella gibba		+	-					
Cephalodella ventripes		+	-					
Enteroplea lacustris		+	-					
Colurella adriatica		-	+					
Colurella monodactylos		-	+					
Colurella obtusa		-	+					
Lepadella patella		-	+					
Dicranophorus caudatus		+	-					
Euchlanis dilatata dilatata		+++	++					
Euchlanis dilatata luksiana		+++	+++					
Euchlanis incisa incisa		++	-					
Euchlanis meneta		+++	+++					
Euchlanis phryne		+	-					
Euchlanis triquetra		+	-					
Microcodices chlaena		+	-					
Lecane arculeata		-	+					
Lecane doryssa		-	+					
Lecane papuana		-	+++					
Lecane punctata		-	+					
Lecane luna		+++	++					
Lecane subtilis		-	+					
Trichotria tetractis similis		+	-					
Ptygura mucicola		+	-					

## BOUKERDANE :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
<i>Asplanchna priodonta</i>		+	-	+	+++	-	-	+	-
<i>Brachionus bidentatus bidentatus</i>		-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i>		+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i>		++	-	-	-	+	-	-	+++
<i>Brachionus urceolaris</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella cochlearis</i> .var <i>hispida</i>		-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Keratella hiemalis</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella mixta</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella quadrata</i>		+++	+++	+	+	+++	++	+	++
<i>Keratella ticinensis</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Notholca foliacea</i>		+	-	-	-	+	-	-	++
<i>Notholca squamula</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Notholca</i> sp.		-	+++	-	-	+	+++	+	-
<i>Cephalodella catellina</i>		+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cephalodella gibba</i>		+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cephalodella intuta intuta</i>		-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Cephalodella nana</i>		+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Scaridium longicaudum</i>		+	++	-	-	+	-	-	-
<i>Wierzejskiella sabulosa</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Colurella colurus</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Colurella dicentra</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Colurella</i> sp		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lepadella acuminata</i>		+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lepadella adjuncta</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lepadella ovalis</i>		+	-	-	-	+	-	-	+
<i>Lepadella patella</i>		+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lepadella quadricarinata</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lepadella triba</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lepadella</i> sp		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Euchlanis dilatata dilatata</i>		+	-	-	-	+	+	-	+
<i>Euchlanis deflexa</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Euchlanis incisa incisa</i>		-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Euchlanis lyra</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Euchlanis triquetra</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Euchlanis</i> sp		+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lecane bulla bulla</i>		-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lecane closterocerca</i>		-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Lecane crenata</i>		-	-	-	-	+	-	-	-

Lecane lamellata		-	-	-	-	+	-	-	-
Lecane punctata		-	-	-	-	+	-	-	-
Lecane luna		+++	-	-	+	+++	-	-	+
Lecane lunaris		+	-	-	-	+	-	-	+
Lecane monostyla		+++	-	-	-	+++	-	-	-
Gastropus stylifer		+	-	-	-	+	-	-	-
Trichotria tetractis tetractis		+	-	-	-	+	-	-	+
Trichotria sp.		-	-	-	-	+	-	-	-
Mytilina bisulcata		+	++	+	-	+	-	-	-
Mytilina mucronata		-	-	-	-	+	-	-	-
Mytilina ventralis ventralis		-	-	-	-	+	-	-	-
Lophocharis oxysternon		-	-	-	-	+	-	-	-
Lophocharis salpina		-	-	-	-	+	-	-	-
Polyarthra bicerca		+	-	-	-	+	-	-	+
Polyarthra dolichoptera		+	-	+	-	+	-	-	+++
Polyarthra remata		++	-	+++++	+++++	++	-	+++++	+++
Polyarthra vulgaris		+	+	-	-	-	+	-	-
Trichocerca cylindrica		+	-	-	-	+	-	-	++
Trichocerca collaris		-	-	-	-	+	-	-	-
Trichocerca ruttneri		+	-	+	-	-	-	+	-
Trichocerca stylata		+	-	-	-	+	-	-	+++
Trichocerca tigris		-	-	-	-	+	-	-	-
Pompholyx sulcata		+	-	-	-	-	-	-	-
Testudinella caeca		+	-	-	-	+	-	-	-
Testudinella carlini		-	-	-	-	+	-	-	-
Testudinella emarginula		-	-	-	-	+	-	-	-
Testudinella incisa		+	-	-	-	+	-	-	-
Testudinella patina		+	+++	+++	+	+	++	+++	++
Conochilus		+	-	-	-	-	-	-	-
Hexarthra fennica		+	+++	-	-	+	+++++	+	-
Hexarthra sp.		-	-	-	-	+	-	-	-
Collotheca stephanochaeta		-	-	-	-	+	-	-	-
Filinia longiseta		+	-	++	+	+	-	+	-
Filinia peileri		+	-	+	-	-	-	-	-

## GHRIB :

espèces Ghib	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2
Anuraeopsis fissa		+	+	+++++	+++++	+++	++	+++
Keratella americana		+	-	-	-	-	-	-
Keratella cochlearis cochlearis		+	-	-	-	-	-	-
Keratella paludosa		+	+++++	+++	+++	-	+++++	++
Keratella quadrata		+++	+	+++	-	++	+	+++
Gastropus stylifer		+++	+	-	-	+++	++	+++
Polyarthra dolichoptera		+	-	-	-	-	-	-
Polyarthra remata		+++	+	-	-	+++	+	-
Testudinella patina		-	-	-	+++	+	+	+++
Hexarthra fennica		+	-	-	-	-	-	-
Filinia longiseta		+++	-	-	++	+	-	-

## KEDARRA :

espèces Keddara	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
Asplanchna priodonta	-	+++	-	-	-	+++	+	-	-
Keratella cochlearis cochlearis	-	+	++	-	-	++	++	-	-
Keratella cochlearis.var hispida	-	+	-	+++	-	+	-	-	-
Keratella quadrata	+++++	++++	+	+++	+++++	++++	+	+++	+++++
Keratella ticinensis	-	-	++	-	-	-	++	-	-
Keratella tropica	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Notholca squamula	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Notholca sp.	-	+	+	-	-	+	-	-	-
Cephalodella gibba	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Colurella colurus	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Colurella sp	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Lecane doryssa	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Lecane luna	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Lecane lunaris	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Lecane monostyla	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Lecane sp3 .	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Gastropus stylifer	-	+	+	-	-	+	-	-	+
Macrochaetus sp	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Polyarthra dolichoptera	+	++	+	+++++	+++	+++	++	+++++	+++
Polyarthra remata	-	++	+++	-	-	+	+++	-	-
Trichocerca rutneri	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Ptygura mucicola	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Testudinella patina	+	+	-	-	-	++	-	-	+
Trochosphaera solstitialis	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Hexarthra intermedia brasiliensis	-	+	+++	-	-	+	++++	-	-
Hexarthra sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Collothea ambigua	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Collothea stephanochaeta	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Collothea pelagica	-	+	-	-	-	-	-	-	-

## LAKHAL :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1	Hiver2	Print2	Eté 2	Autom2	Hiver3
<i>Asplanchna priodonta</i>	+	+	+	+++	+	+	+	+++	+
<i>Brachionus urceolaris</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella americana</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	+	++	+++	+++	+	++	+++	+++	+
<i>Keratella cochlearis var hispida</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella mixta</i>	-	+	+	-	+	+	-	-	+
<i>Keratella quadrata</i>	+	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	++
<i>Keratella reducta</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella tropica</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Notholca foliacea</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Colurella adriatica</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Colurella colurus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Colurella uncinata uncinata</i>	-	-	+++	++	-	-	+++	++	-
<i>Dicranophorus caudatus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epiphanes clavulata</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lecane doryssa</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Lecane punctata</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Lecane lunaris</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lecane sp1.</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lecane sp2.</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Ascomorpha ovalis</i>	+	++++	++	+	++	++++	++	+++	++
<i>Gastropus stylifer</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lophocharis salpina</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	++	+	-	+	++	+	-	+++	++
<i>Polyarthra remata</i>	+++++	+++	+++	+++	+++++	+++	+++	+++	+++++
<i>Polyarthra vulgaris</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Synchaeta oblonga</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Trichocerca cylindrica</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Trichocerca collaris</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Trichocerca elongata</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Trichocerca ruttneri</i>	+	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Trichocerca stylata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichocerca tigris</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Pompholyx sulcata</i>	-	+	+	-	+	+	-	-	+
<i>Pompholyx complanata</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Testudinella patina</i>	+	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Hexarthra fennica</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Hexarthra sp.</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-

## TAKSEBT :

espèces	Hiver1	Print1	Eté 1	Autom1
Asplanchna priodonta	++	++	+++	++
Brachionus budapestinensis	-	-	+	-
Brachionus dimidiatus	+	+	-	-
Brachionus quadridentatus	-	+	-	-
Brachionus sericus	-	+	-	-
Keratella cochlearis cochlearis	+	-	-	+
Keratella cochlearis.var hispida	+	++	+	+
Keratella irregularis	-	-	-	+
Keratella mixta	+	++	-	-
Keratella paludosa	+	+	+++	+++
Keratella procurva	-	+	-	-
Keratella quadrata	+++++	+++	++	+
Keratella reducta	+	+	+++	+++
Keratella testudo	-	-	+	++
Keratella ticinensis	-	-	+++	+++
Keratella tropica	-	+	-	+
Keratella valga	-	+	-	-
Notholca foliacea	-	+	+	-
Lepadella adjuncta	-	-	+	-
Lepadella ovalis	-	-	+	-
Euchlanis dilatata luksiana	-	-	+	-
Euchlanis triquetra	-	-	+	-
Lecane punctata	-	+	-	-
Lecane luna	-	+	-	-
Lecane monostyla	-	+	+	+
Ascomorpha ovalis	+	+++	++	+
Trichotria tetractis similis	-	-	-	+
Trichotria tetractis tetractis	-	-	-	+
Polyarthra bicerca	-	+	-	-
Polyarthra dolichoptera	+	++	+	+
Polyarthra remata	+	+	++	+
Polyarthra vulgaris	-	-	+	-
Pompholyx sulcata	-	+	-	-
Pompholyx complanata	+	+++	+	+
Pompholyx triloba	-	-	-	+
Testudinella emarginula	-	+	-	-

Testudinella patina	+	+	+	+
Testudinella truncata	-	+	-	-
Hexarthra intermedia brasiliensis	-	+	-	-
Hexarthra mira	-	+	-	+
Collotheca ambigua	-	-	+	+
Filinia sp	-	+	-	-

## APPENDICE 4

Tableau : Liste des espèces récoltées dans l'ensemble des algues et leurs préférences écologiques. Hab – habitat (Ep – epiphytes, B – benthic, P-B – plankto-benthic, P- planktonic); T – température (eterm –eurytermic; temp – temperate; warm – warm water; cool – cool water); Oxy – vitesse de l'eau et oxygénation (st – standing water; st-str – low streaming water; str – streaming water); S – degré de saprobité de Pantle-Buck (Pantle & Buck 1955) (x – xenosaprobies, x-o – xeno-oligosaprobies, o-x – oligo-xenosaprobies, x-l – xseno-betamesosaprobies, J –oligosaprobies, J-l – oligo-betamesosaprobies, l-o – beta-oligosaprobies, o-K – oligo-alphamesosaprobies, l – betamesosaprobies, l-K – beta-alphamesosaprobies, K-l – alpha-betamesosaprobies, K – alphamesosaprobies); D– degré de saprobité de Watanabe (Watanabe 1986) (sx – saproxenous, es – eurysaprobies, sp – saprophiles); Hal – degré halobité (hb – oligohalobes-halophobes, i – oligohalobes-indifferent, mh - mesohalobes, hl – halophiles, ph - polyhalobes); pH – degré (alf – alkaliphiles, ind – indifferents; acf – acidophiles, alb - alcalibiontes). C. cosmopolite. Statut de trophie, O-oligotrophe, I : indifférente, E- eutrophe.











## APPENDICE 5

### Tableau des codes utilisés dans la DCCA et RDA pour le zooplancton et le phytoplancton

(Code des saisons/ Prin: printemps; Eté : été; Aut : automne; H:hiver)  
 (Codes : T : température, CE : conductivité, O<sub>2</sub> : oxygène dissous, NO<sub>3</sub> : nitrates, NO<sub>2</sub> : nitrites, PO<sub>4</sub> : orthophosphates, SO<sub>4</sub> : sulfates, Cl : chlorures, Ca : calcium, Mg : magnésium, Na : sodium, Chl.a : chlorophylle a, MO : matières organiques, NH<sub>4</sub> : azote ammoniacal.

#### Boukourdane (BO)

<i>Mic_inc</i>	<i>Microcystis incerta</i> (Lemm.) {TA, BO, KE}
<i>Lyng</i>	<i>Lyngbya</i> sp {LE, TA, BO, KE, GR}
<i>Osc_lim</i>	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm. {TA, BO, KE}
<i>Mic_cht</i>	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> Thuret{LE, TA, BO, KE}
<i>Ast_for</i>	<i>Asterionella formosa</i> Hassall {LE, BO, KE}
<i>Dia_vul</i>	<i>Diatoma vulgare</i> Bory{LE, TA, BO, CH}
<i>Gom_oli</i>	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornem.) Bréb. {LE, TA, BO}
<i>Syn_acus</i>	<i>Synedra acus</i> Kützing{LE, TA, BO, KE, CH}
<i>S.pulch</i>	<i>S. pulchella</i> Ralfs ex Kützing{LE, TA, BO}
<i>Tabell</i>	<i>Tabellaria</i> sp{LE, TA, BO}
<i>Cer_hir</i>	<i>Ceratium hirundinella</i>
<i>Eug_vir</i>	<i>Euglena viridis</i> Ehrb. {LE, TA, BO}
<i>Hem_mea</i>	<i>Hemitoma meandrocystis</i> Skuja{LE, TA, BO, KE}
<i>Pand</i>	<i>Pandorina</i> sp {LE, TA, KE, BO, CH}
<i>Chlor_sp</i>	<i>Chlorella</i> sp {TA, BO}
<i>Cruc_rec</i>	<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Komárek{LE, TA, BO, KE, CH}
<i>Ped_bor</i>	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> (Turp.) Meneghini{LE, TA, BO, KE, GR, CH}
<i>Ped_cla</i>	<i>Pediastrum clathratum</i> (Schröder) Lemmermann {LE, TA, BO, KE, GR}
<i>Ped_dup</i>	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen{LE, TA, BO, KE, GR}
<i>Ped_sim</i>	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i> Meyen {LE, TA, BO, KE, GR}
<i>Oed_sp</i>	<i>Oedogonium</i> sp {LE, TA, BO, KE}
<i>Spir</i>	<i>Spirogyra</i> {BO}
<i>Cop_num</i>	<i>Copidodiaptomus numidicus</i> {BO, TA, KE}
<i>Aca_traj</i>	* <i>Acanthocyclops trajani</i> {BO, LE, TA, GR, KE, CH}
<i>Cycl_str</i>	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> {BO, LE, TA, KE}
<i>Eucy_agi</i>	<i>Eucyclops agioides</i> {BO, LE, TA, GR, CH}
<i>Macr_alb</i>	<i>Macrocyclus albidus</i> {BO, LE, KE}
<i>Mega_vir</i>	<i>Megacyclus viridis</i> {BO, LE, TA, KE, CH}
<i>Mic_var</i>	* <i>Microcyclus (Microcyclus) varicans</i> {BO, LE, TA, CH}
<i>Mic_rub</i>	<i>Microcyclus (Microcyclus) rubellus</i> {BO, LE, TA}
<i>Par_chi</i>	<i>Paracyclus chiltoni</i> {BO, LE, TA, KE, CH}

<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Asp_pr</i>
<i>Brachionus bidentatus bidentatus</i>	<i>Bra_bid</i>
<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i>	<i>Bra_cal</i>
<i>Brachionus quadridentatus</i>	<i>Bra_quad</i>
<i>Brachionus urceolaris</i>	<i>Bra_urc</i>
<i>Keratella cochlearis</i> .var <i>hispida</i>	<i>Ker_coch</i>
<i>Keratella hiemalis</i>	<i>Ker_hie</i>
<i>Keratella mixta</i>	<i>Ker_mix</i>
<i>Keratella quadrata</i>	<i>Ker_quad</i>
<i>Keratella ticinensis</i>	<i>Ker_tic</i>
<i>Notholca foliacea</i>	<i>Noth_fol</i>
<i>Notholca squamula</i>	<i>Noth_squa</i>
<i>Notholca sp.</i>	<i>Noth_sp</i>
<i>Cephalodella catellina</i>	<i>Ceph_cat</i>
<i>Cephalodella gibba</i>	<i>Ceph_gib</i>
<i>Cephalodella intuta intuta</i>	<i>Ceph_int</i>
<i>Cephalodella nana</i>	<i>Ceph_nana</i>
<i>Scaridium longicaudum</i>	<i>Scar_lon</i>
<i>Wierzejskiella sabulosa</i>	<i>Wier_sab</i>
<i>Colurella colurus</i>	<i>Col_col</i>
<i>Colurella dicentra</i>	<i>Col_dic</i>
<i>Colurella sp.</i>	<i>Col_sp</i>
<i>Lepadella acuminata</i>	<i>Lep_acu</i>
<i>Lepadella adjuncta</i>	<i>Lep_adj</i>
<i>Lepadella ovalis</i>	<i>Lep_ova</i>
<i>Lepadella patella</i>	<i>Lep_pat</i>
<i>Lepadella quadricarinata</i>	<i>Lep_quad</i>
<i>Lepadella triba</i>	<i>Lep_tri</i>
<i>Lepadella sp.</i>	<i>Lep_sp</i>
<i>Euchlanis dilatata dilatata</i>	<i>Euch_dil</i>
<i>Euchlanis deflexa</i>	<i>Euch_def</i>
<i>Euchlanis incisa incisa</i>	<i>Euch_inc</i>
<i>Euchlanis lyra</i>	<i>Euch_lyr</i>
<i>Euchlanis triquetra</i>	<i>Euch_tri</i>
<i>Euchlanis sp.</i>	<i>Euc_sp</i>
<i>Lecane bulla bulla</i>	<i>Lec_bul</i>
<i>Lecane closteroerca</i>	<i>Lec_clos</i>
<i>Lecane crenata</i>	<i>Lec_cre</i>
<i>Lecane lamellata</i>	<i>Lec_lam</i>
<i>Lecane punctata</i>	<i>Lec_pun</i>
<i>Lecane luna</i>	<i>Lec_lun</i>
<i>Lecane lunaris</i>	<i>Lec_lunar</i>
<i>Lecane monostyla</i>	<i>Lec_mon</i>
<i>Gastropus stylifer</i>	<i>Gas_sty</i>
<i>Trichotria tetractis tetractis</i>	<i>Tric_tet</i>

<i>Trichotria sp.</i>	<i>Tric_sp</i>
<i>Mytilina bisulcata</i>	<i>Myt_bis</i>
<i>Mytilina mucronata</i>	<i>Myt_muc</i>
<i>Mytilina ventralis ventralis</i>	<i>Myt_ven</i>
<i>Lophocharis oxysternon</i>	<i>Lop_ox</i>
<i>Lophocharis salpina</i>	<i>Lop_sal</i>
<i>Polyarthra bicerca</i>	<i>Pol_bic</i>
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<i>Pol_dol</i>
<i>Polyarthra remata</i>	<i>Pol_rem</i>
<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Pol_vul</i>
<i>Trichocerca cylindrica</i>	<i>Tric_cyl</i>
<i>Trichocerca collaris</i>	<i>Tric_col</i>
<i>Trichocerca ruttneri</i>	<i>Tric_rut</i>
<i>Trichocerca stylata</i>	<i>Tric_sty</i>
<i>Trichocerca tigris</i>	<i>Tric_tig</i>
<i>Pompholyx sulcata</i>	<i>Pom_sul</i>
<i>Testudinella caeca</i>	<i>Tes_cae</i>
<i>Testudinella carlini</i>	<i>Tes_car</i>
<i>Testudinella emarginula</i>	<i>Tes_ema</i>
<i>Testudinella incisa</i>	<i>Tes_inc</i>
<i>Testudinella patina</i>	<i>Tes_pat</i>
<i>Conochilus</i>	<i>Conoc</i>
<i>Hexarthra fennica</i>	<i>Hex_fen</i>
<i>Hexarthra sp.</i>	<i>Hex_sp</i>
<i>Collotheca stephanochaeta</i>	<i>Col_step</i>
<i>Filinia longiseta</i>	<i>Fil_long</i>
<i>Filinia pejeri</i>	<i>Fil_pej</i>

## Ghrib (GR)

Rap_med	<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja {BO, GR, CH}
Mic_aer	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing{LE, TA, BO, KE, GR, CH}
Mic_flo	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) {LE, KE, GR}
Nitz_ob	<i>Nitzschia obtusa</i> W.Sm. {GR}
Syn_aff	<i>Synedra affinis</i> Kützing {GR}
S.ovata	<i>S. ovata</i> Kützing{LE, TA, GR,
S.sp	<i>S. sp</i> {LE, TA, BO, KE, GR, CH}
Syn_ulin	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb. {BO, KE, GR}
Vau-sp2	<i>Vaucheria sp2</i> {LE, KE, GR}
Cer_hir	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh {LE, TA, BO, KE, GR}
Haem_sp	<i>Haematococcus sp</i> {GR}
Coe_sp	<i>Coenocystis sp</i> {LE, TA, BO, KE, GR}
Mon_cont	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová {GR}
Ooc_lac	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat{LE, TA, GR}
Ped_cla	<i>Pediastrum clathratum</i> (Schröder) Lemmermann {LE, TA, BO, KE, GR}
Ped_dup	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen{LE, TA, BO, KE, GR}
Ped_sim	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i> Meyen {LE, TA, BO, KE, GR}
Clo_aci	<i>Closterium aciculare</i> T. West {TA, BO, GR}
Pleu_tra	<i>Pleurotaenium trabecula</i> (Ehrenberg) Nägeli {TA, KE, GR}
Spi_cr	<i>Spirogyra crassa</i> Kützing {TA, KE, GR}
Sta_cre	<i>Staurastrum crenulatum</i> (Naegeli) Delphine {LE, TA, KE, GR}
Sta_pla	<i>Staurastrum planctonicum</i> Teiling; LENZENWEGER {LE, TA, BO, GR}
Art_sal	<i>Arctodiatomus (Rhabdodiatomus) salinus</i> {GR}
Art_wie	<i>Arctodiatomus (Arctodiatomus) wierzejskii</i> {GR}
Aca_tra	* <i>Acanthocyclops trajani</i> {BO, LE, TA, GR, KE, CH}
Euc_agi	<i>Eucyclops aglroides</i> {BO, LE, TA, GR, CH}
Anuraeopsis fissa	<i>Anu_fis</i>
Keratella americana	<i>Ker_ame</i>
Keratella cochlearis cochlearis	<i>Ker_coch</i>
Keratella paludosa	<i>Ker_pal</i>
Keratella quadrata	<i>Ker_quad</i>
Gastropus stylifer	<i>Gas_sty</i>
Polyarthra dolichoptera	<i>Pol_dol</i>
Polyarthra remata	<i>Pol_rem</i>
Testudinella patina	<i>Tes_pat</i>
Hexarthra fennica	<i>Hex_fen</i>
Filinia longiseta	<i>Fil_long</i>

## Keddara (KE)

<i>Phor</i>	<i>Phormidium</i> sp (TA, BO, KE)
<i>Mic_aer</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing{LE, TA, BO, KE, GR, CH}
<i>Mic_inc</i>	<i>Microcystis incerta</i> (Lemm.) (TA, BO, KE)
<i>Syn_aer</i>	<i>Synechococcus aeruginosa</i> Kütz. (LE, KE)
<i>Syn_sp</i>	<i>Synechococcus</i> sp (LE, KE)
<i>Lyn_sp</i>	<i>Lyngbya</i> sp (LE, TA, BO, KE, GR)
<i>Osc_lim</i>	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm. (TA, BO, KE)
<i>Mic_cht</i>	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> Thuret{LE, TA, BO, KE}
<i>Gyro</i>	<i>Gyrosigma</i> sp {KE}
<i>Rho_abb</i>	<i>Rhoicosphaenia abbreviate</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot {LE, TA, BO, KE, GR}
<i>Vauc_sp2</i>	<i>Vaucheria sp2</i> {LE, KE, GR}
<i>Cer_hir</i>	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh {LE, TA, BO, KE, GR}
<i>Gon_pec</i>	<i>Gonium pectorale</i> Muller{LE, TA, BO, KE}
<i>Hem_mea</i>	<i>Hemitoma meandrocystis</i> Skuja{LE, TA, BO, KE}
<i>Gon_kin</i>	<i>Gonatozygon kinahani</i> (Arch.) {KE}
<i>Mouq_par</i>	<i>Mougeotia parvula</i> Hassall {KE}
<i>Pleur_tra</i>	<i>Pleurotaenium trabecula</i> (Ehrenberg) Nägeli {TA, KE, GR}
<i>Spir_cra</i>	<i>Spirogyra crassa</i> Kützing (TA, KE, GR)
<i>Stau_cre</i>	<i>Staurastrum crenulatum</i> (Naegeli) Delphine {LE, TA, KE, GR}
<i>Stau_par</i>	<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen ex Ralfs (LE, KE)
<i>Cop_numm</i>	<i>Copidodiatomus numidicus</i> (BO, TA, KE)
<i>Aca_tra</i>	* <i>Acanthocyclops trajani</i> (BO, LE, TA, GR, KE, CH)
<i>Cyc_str</i>	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> (BO, LE, TA, KE)
<i>Macr_alb</i>	<i>Macrocylops albidus</i> (BO, LE, KE)
<i>Mega_vir</i>	<i>Megacyclops viridis</i> (BO, LE, TA, KE, CH)
<i>Meta_min</i>	<i>Metacyclops minutus</i> (BO, LE, KE)
<i>Para_chi</i>	<i>Paracyclops chiltoni</i> (BO, LE, TA, KE, CH)
<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Asp_pri</i>
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	<i>Ker_coch_c</i>
<i>Keratella cochlearis.var hispida</i>	<i>Ker_coch_v</i>
<i>Keratella quadrata</i>	<i>Ker_quad</i>
<i>Keratella ticinensis</i>	<i>Ker_tic</i>
<i>Keratella tropica</i>	<i>Ker_tro</i>
<i>Notholca squamula</i>	<i>Not_squa</i>
<i>Notholca sp.</i>	<i>Not_sp</i>
<i>Cephalodella gibba</i>	<i>Cep_gib</i>
<i>Colurella colurus</i>	<i>Col_col</i>
<i>Colurella sp</i>	<i>Col_sp</i>
<i>Lecane doryssa</i>	<i>Lec_dor</i>
<i>Lecane luna</i>	<i>Lec_lunar</i>
<i>Lecane lunaris</i>	<i>Lec_lunar</i>

<i>Lecane monostyla</i>	<i>Lec_mon</i>
<i>Lecane sp3</i>	<i>Lec_sp</i>
<i>Gastropus stylifer</i>	<i>Gas_sty</i>
<i>Macrochaetus sp</i>	<i>Mac_sp</i>
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<i>Pol_dol</i>
<i>Polyarthra remata</i>	<i>Pol_rem</i>
<i>Trichocerca ruttneri</i>	<i>Tri_rut</i>
<i>Ptygura mucicola</i>	<i>Pty_muc</i>
<i>Testudinella patina</i>	<i>Tes_pat</i>
<i>Trochosphaera solstitialis</i>	<i>Tro_sol</i>
<i>Hexarthra intermedia brasiliensis</i>	<i>Hex_int</i>
<i>Hexarthra sp.</i>	<i>Hex_sp</i>
<i>Collotheca ambigua</i>	<i>Col_amb</i>
<i>Collotheca stephanchaeta</i>	<i>Col_ste</i>
<i>Collotheca pelagica</i>	<i>Col_pel</i>

## Taksebt (TA)

Aph fl	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs {LE, TA, CH}
Aph sp	<i>Aphanizomenon sp</i> {TA, KE}
Mic_ae	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing {LE, TA, BO, KE, GR, CH}
Mic in	<i>Microcystis incerta</i> (Lemm.) {TA, BO, KE}
Mic we	<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komarek) Komarek in Kondrateve {TA, KE}
Osc_ag	<i>Oscillatoria agardhii</i> Gom. {TA, KE}
Osc an	<i>Oscillatoria animalis</i> Agardh {TA}
Osc li	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm. {TA, BO, KE}
Mel_gr	<i>Melosira granulata</i> (ehrenb.) ralfs {TA, CH}
S.pul	<i>S. pulchella</i> Ralfs ex Kützing {LE, TA, BO}
Cer hi	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh {LE, TA, BO, KE, GR}
C.cor	<i>C. cornutum</i> (Ehrenberg) Claparade & J. Lachmann {TA}
C.lin	<i>C. lineatus</i> Ehrb. {TA}
C.sp	<i>C.sp</i> {LE, TA}
Eug_ox	<i>Euglena oxyuris</i> Schmarða {LE, TA, BO, KE}
Chl_sp	<i>Chlamydomonas sp.</i> {LE, TA, BO, KE, CH}
Pan_sp	<i>Pandorina sp</i> {LE, TA, KE, BO, CH}
Art tr	<i>Arthrodesmus triangularis</i> Lagerheim {TA, KE}
Chl_sp	<i>Chlorella sp</i> {TA, BO}
Coe_ca	<i>Coelastrum cambricum</i> Archibald {LE, TA}
Mon se	<i>Monoraphidium setiforme</i> (Korš.) Hind. {TA}
ooc_ap	<i>Oocystis apiculata</i> . Braun {LE, TA, KE}
Ooc_sp	<i>Oocystis sp</i> {TA, BO, KE, GR}
Ped bo	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> (Turp.) Meneghin {LE, TA, BO, KE, GR, CH}
Ped du	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen {LE, TA, BO, KE, GR}
Ped si	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i> Meyen {LE, TA, BO, KE, GR}
Clo lo	<i>Closteriopsis longissima</i> (Lemmermann) {TA}
Clo_ac	<i>Closterium aciculare</i> T. West {TA, BO, GR}
Clo_gr	<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs {TA}
Cos sp	<i>Cosmarium sp.</i> {LE, TA, BO, GR}
Mic cr	<i>Micrasteria crux</i> (Ehrenberg) Hassall ex Ralfs {TA, BO, KE, GR, CH}
Ulo_zo	<i>Ulothrix zonata</i> (Weber & Mohr) Kützing {LE, TA, BO, KE, CH}
Mou_sp	<i>Mougeotia sp</i> {TA, KE}
Spi_cr	<i>Spirogyra crassa</i> Kützing {TA, KE, GR}
Sta_cr	<i>Staurastrum crenulatum</i> (Naegeli) Delphine {LE, TA, KE, GR}
Sta_de	<i>Staurastrum dejectum</i> Brébisson {LE, TA}
Sta_en	<i>Staurastrum ensiferum</i> Turner {LE, TA}
Sta_pl	<i>Staurastrum planctonicum</i> Telling; LENZENWEGER {LE, TA, BO, GR}
S.pse	<i>S. pseudopelagicum</i> West & West {TA}

S.tet	<i>S. tetracerum</i> Raifs ex Raifs (LE, TA)
S.upl	<i>S. uplandicum</i> TEIL. (TA, BO)
S.sp	<i>S. sp</i> (LE, TA)
Zyg_le	<i>Zygnema leiospermum</i> De Bary (LE, TA)
Cop_num	<i>Copidodiaptomus numidicus</i> (BO, TA, KE)
Diapt	<i>Diaptomus (Chaetodiaptomus) cyaneus cyaneus</i> (TA)
Mixo_inc	<i>Mixodiaptomus incrassatus</i> (TA)
Acan_tra	* <i>Acanthocyclops trajani</i> (BO, LE, TA, GR, KE, CH)
Cyc_stre	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> (BO, LE, TA, KE)
Dia_bis	<i>Diacyclops bisetosus</i> (LE, TA)
Euc_agi	<i>Eucyclops agioides</i> (BO, LE, TA, GR, CH)
Meg_vir	<i>Megacyclops viridis</i> (BO, LE, TA, KE, CH)
Mic_var	* <i>Microcyclops (Microcyclops) varicans</i> (BO, LE, TA, CH)
Mic_rub	<i>Microcyclops (Microcyclops) rubellus</i> (BO, LE, TA)
Par_chi	<i>Paracyclops chiltoni</i> (BO, LE, TA, KE, CH)
Asp_pri	<i>Asplanchna priodonta</i>
Bra_urc	<i>Brachionus urceolaris</i>
Ker_ame	<i>Keratella americana</i>
Ker_coch_c	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
Ker_coch_v	<i>Keratella cochlearis</i> .var <i>hispida</i>
Ker_mix	<i>Keratella mixta</i>
Ker_quad	<i>Keratella quadrata</i>
Ker_red	<i>Keratella reducta</i>
Ker_tro	<i>Keratella tropica</i>
Not_fol	<i>Notholca foliacea</i>
Col_adr	<i>Colurella adriatica</i>
Col_col	<i>Colurella colurus</i>
Col_unc	<i>Colurella uncinata uncinata</i>
Dic_cau	<i>Dicranophorus caudatus</i>
Epi_cla	<i>Epiphanes clavulata</i>
Lec_dor	<i>Lecane doryssa</i>
lec_pun	<i>Lecane punctata</i>
Lec_lun	<i>Lecane lunaris</i>
Lec_sp1	<i>Lecane sp1.</i>
Lec_sp2	<i>Lecane sp2.</i>
Asc_eca	<i>Ascomorpha ecaudis</i>
Asc_ova	<i>Ascomorpha ovalis</i>
Gas_sty	<i>Gastropus stylifer</i>
Lop_sal	<i>Lophocharis salpina</i>
Pol_dol	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
Pol_rem	<i>Polyarthra remata</i>
Pol_vul	<i>Polyarthra vulgaris</i>
Syn_obl	<i>Synchaeta oblonga</i>
Tric_cyl	<i>Trichocerca cylindrica</i>

Tric_col	Trichocerca collaris
Tric_elo	Trichocerca elongata
Tric_rut	Trichocerca ruttneri
Tric_sty	Trichocerca stylata
Tric_tig	Trichocerca tigris
Pom_sul	Pompholyx sulcata
Pom_com	Pompholyx complanata
Tes_pat	Testudinella patina
Hex_fen	Hexarthra fennica
Hex_sp	Hexarthra sp.

## Lakhal (LE)

Ana_flo	<i>Anabaena flos-aquae</i> (B&F) Bréb. {LE, TA, KE, GR}
Chrooc	<i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Nag. {LE, GR}
Gom_lac	<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chodat {LE}
Mer_ten	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm. {LE}
Mic_aer	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing {LE, TA, BO, KE, GR, CH}
mic_flo	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) {LE, KE, GR}
Art_oke	<i>Arthrospira okensis</i> (Meyer) {LE, TA, GR}
Bac_hya	<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder {LE}
Fra_cap	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>lancoolata</i> Grun. {LE}
Nav_sub	<i>Navicula subalpina</i> Reichardt {LE, TA}
Nit_aci	<i>Nitzschia acicularis</i> W. Smith {LE, BO}
N.long	<i>N. longissima</i> (Bréb. in Kütz.) Ralfs {LE}
Cer_hir	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh {LE, TA, BO, KE, GR}
Per_tab	<i>Peridinium tabulatum</i> Lemm. {LE}
Eug_oxy	<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda {LE, TA, BO, KE}
Pha_long	<i>Phacus longicauda</i> (Ehrb.) Duj. {LE, TA, GR}
P.tort	<i>P.tortus</i> Lemmermann) Skvortsov {LE, TA, GR}
Pan_sp	<i>Pandorina sp</i> {LE, TA, KE, BO, CH}
Coel_cam	<i>Coelastrum cambricum</i> Archibald {LE, TA}
Cruc_cun	<i>Crucigenia cuneiformis</i> (Schmidle) Brunnth. {LE, GR}
Cruc_api	<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemmermann) Komárek {LE, TA}
Dic_ehr	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nag {LE}
Ped_bor	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> (Turp.) Meneghini {LE, TA, BO, KE, GR, CH}
Ped_cla	<i>Pediastrum clathratum</i> (Schröder) Lemmermann {LE, TA, BO, KE, GR}
Ped_dup	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen {LE, TA, BO, KE, GR}
Ped_sim	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i> Meyen {LE, TA, BO, KE, GR}
Scen_acu	<i>Scenedesmus acutiformis</i> Schroeder {LE, TA, KE}
Scen_qua	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson {LE, TA, BO}
Cos_dep	<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) Lundell {LE, TA}
Stau_cre	<i>Staurastrum crenulatum</i> (Naegeli) Delphine {LE, TA, KE, GR}
Stau_pla	<i>Staurastrum planctonicum</i> Teiling; LENZENWEGER {LE, TA, BO, GR}
Aca_traj	<i>*Acanthocyclops trajani</i> {BO, LE, TA, GR, KE, CH}
Cyc_str	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> {BO, LE, TA, KE}
Euc_agi	<i>Eucyclops agioides</i> {BO, LE, TA, GR, CH}
Mac_alb	<i>Macrocyclus albidus</i> {BO, LE, KE}
Meg_vir	<i>Megacyclus viridis</i> {BO, LE, TA, KE, CH}
Met_min	<i>Metacyclus minutus</i> {BO, LE, KE}
Mic_var	<i>*Microcyclus (Microcyclus) varicans</i> {BO, LE, TA, CH}
Mic_rub	<i>Microcyclus (Microcyclus) rubellus</i> {BO, LE, TA}
Par_chi	<i>Paracyclus chiltoni</i> {BO, LE, TA, KE, CH}
Tro_pra	<i>Tropocyclops prasinus</i> {BO, LE, CH}
Asp_pri	<i>Asplanchna priodonta</i>

Bra_urc	<i>Brachionus urceolaris</i>
Ker_ame	<i>Keratella americana</i>
Ker_coch_c	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
Ker_coch_v	<i>Keratella cochlearis.var hispida</i>
Ker_mix	<i>Keratella mixta</i>
Ker_quad	<i>Keratella quadrata</i>
Ker_red	<i>Keratella reducta</i>
Ker_tro	<i>Keratella tropica</i>
Not_fol	<i>Notholca foliacea</i>
Col_adr	<i>Colurella adriatica</i>
Col_col	<i>Colurella colurus</i>
Col_unc	<i>Colurella uncinata uncinata</i>
Dic_cau	<i>Dicranophorus caudatus</i>
Epi_cla	<i>Epiphanes clavulata</i>
Lec_dor	<i>Lecane doryssa</i>
Lec_pun	<i>Lecane punctata</i>
Lec_lun	<i>Lecane lunaris</i>
Lec_sp1	<i>Lecane sp1.</i>
Lec_sp2	<i>Lecane sp2.</i>
Asc_eca	<i>Ascomorpha ecaudis</i>
Asc_ova	<i>Ascomorpha ovalis</i>
Gas_sty	<i>Gastropus styliifer</i>
Lop_sal	<i>Lophocharis salpina</i>
Pol_dol	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
Pol_rem	<i>Polyarthra remata</i>
Pol_vul	<i>Polyarthra vulgaris</i>
Syn_obl	<i>Synchaeta oblonga</i>
Tric_cyl	<i>Trichocerca cylindrica</i>
tric_col	<i>Trichocerca collaris</i>
Tric_elo	<i>Trichocerca elongata</i>
Tric_rut	<i>Trichocerca ruttneri</i>
Tric_sty	<i>Trichocerca stylata</i>
Tric_tig	<i>Trichocerca tigris</i>
Pom_sul	<i>Pompholyx sulcata</i>
Pom_com	<i>Pompholyx complanata</i>
Tes_pat	<i>Testudinella patina</i>
Hex_fen	<i>Hexarthra fennica</i>
Hex_sp	<i>Hexarthra sp.</i>

## APPENDICES 6

Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques et les différents groupes faunistiques / floristiques et entre groupes faunistiques et floristiques pour un seul niveau de signification (\* =  $P < 0.05$ )

**Tableau:** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques et les différents groupes faunistiques / floristiques et entre groupes faunistiques et floristiques pour un seul niveau de signification (\* =  $P < 0.05$ ) dans le barrage de Keddara.

	T	pH	CE	O2	NO3	NO2	PO4	SO4	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Copépodes	Rotifères	Cyanobactéries	Chlorophyta	Euglenophyta	Pyrrhophyta	charophyta	Chrysophyta	
Copépodes	0,25172	0,10060	0,34709	0,26818	-0,45979	-0,50548	-0,30341	0,04306	0,54219	0,15217	0,12799	0,36840	0,74657	-0,16365	0,47244	1								
Rotifères	0,30246	0,47193	0,27864	0,35513	0,15015	0,17793	-0,21511	0,31068	0,65568	0,65590	0,24182	0,21695	0,80727	0,47803	0,07185	0,68770	1							
Cyanobactéries	0,75727	0,51268	0,74894	0,69496	-0,21554	0,08700	0,13447	0,63532	0,91745	0,72830	0,66272	0,72155	0,96580	0,49835	0,52012	0,65170	0,79251	1						
Chlorophyta	0,05929	0,16887	0,04563	0,14216	0,17591	0,22872	-0,23220	0,18713	0,45354	0,54187	0,08716	0,04703	0,69023	0,31351	0,06363	0,70590	0,92389	0,63436	1					
Euglenophyta	0,07234	0,03676	0,07334	0,15773	0,02394	0,67226	-0,59890	-0,13488	0,24958	0,50819	-0,08504	-0,19042	0,21101	0,13975	-0,40479	0,49277	0,46047	0,15772	0,50864	1				
Pyrrhophyta	0,52860	0,43015	0,53585	0,60339	-0,13484	0,20616	-0,17243	0,49360	0,88507	0,70357	0,53071	0,40681	0,94344	0,50604	0,30216	0,69140	0,88350	0,90790	0,86071	0,54772	1			
charophyta	0,14757	0,30734	0,13448	0,29342	0,05124	0,21011	-0,10400	0,38461	0,56425	0,51760	0,29867	0,10350	0,77086	0,47911	0,12534	0,66069	0,85777	0,68382	0,88981	0,21085	0,86897	1		
Chrysophyta	-0,31533	-0,25597	-0,28208	-0,35061	0,26425	-0,06909	-0,45652	-0,40860	-0,03343	0,08185	-0,47263	-0,22343	0,15752	-0,24616	-0,08945	0,86505	0,57637	0,15717	0,72552	0,66580	0,52498	0,36900	1	

**Tableau:** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques et les différents groupes faunistiques / floristiques et entre groupes faunistiques et floristiques pour un seul niveau de signification (\* =  $P < 0.05$ ) dans le barrage de Lakhal

	T	pH	CE	O2	NO3	NO2	PO4	SO4	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Copépodes	Rotifères	Cyanobactéries	Chlorophyta	Euglenophyta	Pyrrhophyta	charophyta	Chrysophyta	
Copépodes	0,57507	-0,29026	-0,03892	0,68886	0,54059	0,66775	0,07893	-0,59940	-0,37884	0,24295	0,12363	-0,94004	0,73986	0,19925	-0,30239	1								
Rotifères	0,21066	-0,33958	-0,04210	0,53701	0,65437	0,68164	0,15479	-0,82622	-0,51641	0,43025	-0,06610	-0,80388	0,49768	0,07844	-0,16246	0,88237	1							
Cyanobactéries	0,78129	0,28428	0,17575	0,59126	-0,20568	0,12025	-0,30548	0,43421	-0,25570	-0,39389	0,35518	-0,19103	0,18842	0,22793	-0,36700	0,23294	-0,08480	1						
Chlorophyta	0,72143	-0,09117	-0,07251	0,41072	0,37460	0,98817	0,15310	-0,36060	-0,74360	0,14051	-0,14309	-0,58776	0,27727	0,20352	-0,16061	0,77095	0,75108	0,95256	1					
Euglenophyta	0,53205	-0,08297	-0,05336	0,38438	0,34365	0,95367	0,08655	-0,31487	-0,65734	0,14403	-0,20010	-0,60558	0,32947	0,17563	-0,14434	0,80316	0,73363	0,31956	0,99409	1				
Pyrrhophyta	0,73236	0,34129	0,22262	0,58985	-0,21335	0,06843	-0,31302	0,43604	-0,28770	-0,36436	0,31809	-0,15180	0,16593	0,19031	-0,33516	0,18964	-0,11185	0,99384	0,94501	0,27640	1			
charophyta	0,68540	0,92252	0,95978	0,40069	-0,78797	-0,45204	-0,94489	0,80342	-0,13936	-0,73498	0,30716	0,75523	-0,59275	0,66050	-0,42037	-0,74526	-0,75343	0,96152	-1,00000	-0,34936	0,97839	1		
Chrysophyta	0,80078	0,28496	0,12774	0,60599	-0,09066	0,37341	-0,29421	0,26743	-0,54769	-0,28491	0,22291	-0,34317	0,22863	0,18760	-0,38716	0,42975	0,15880	0,93108	0,93899	0,57622	0,93040	0,81158	1	

**Tableau:** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques et les différents groupes faunistiques / floristiques et entre groupes faunistiques et floristiques pour un seul niveau de signification (\* = P< 0.05) dans le barrage de Ghib.

	T	pH	CE	O2	NO3	NO2	PO4	SO4	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Copépodes	Rotifères	Cyanobactéries	Chlorophyta	Euglenophyta	Pyrrhophyta	Chrysophyta	
<i>Copépodes</i>	-0,24899	0,32986	0,31738	0,36527	0,15350	-0,33506	0,76068	0,21239	-0,06733	-0,17380	0,05893	-0,56376	0,35485	0,20598	0,56849	1							
<i>Rotifères</i>	0,65716	0,54333	0,82490	0,09894	0,69568	0,07232	0,05745	0,13003	0,46623	0,82932	0,23906	0,58261	0,82059	0,34142	0,07247	0,15028	1						
<i>Cyanobactéries</i>	0,09588	0,69169	0,56277	0,16656	0,21852	-0,03562	0,63153	0,68517	-0,17928	0,00746	0,17575	-0,18687	0,38334	0,28626	0,60175	0,69811	0,50638	1					
<i>Chlorophyta</i>	0,35761	0,45455	0,60828	0,22814	0,48803	0,15279	0,78051	0,07167	0,11710	0,22481	0,31605	0,02530	0,46826	0,63411	0,88655	0,44514	0,45165	0,68833	1				
<i>Euglenophyta</i>	0,38644	0,79677	0,62378	0,41825	-0,19156	0,61154	0,38373	0,48348	0,10609	0,02320	0,22207	0,12928	0,36112	0,10837	0,37604	0,38480	0,21551	0,68495	0,54578	1			
<i>Pyrrhophyta</i>	0,73089	-0,07446	0,21606	-0,20484	0,25731	0,37371	-0,71624	-0,47131	0,53249	0,80243	-0,00738	0,89199	0,33877	0,07673	-0,57595	-0,88151	0,40375	-0,54627	-0,25738	-0,34677	1		
<i>Chrysophyta</i>	0,75804	0,36298	0,72012	-0,02632	0,73593	0,14685	-0,07440	-0,18496	0,54395	0,92428	0,17366	0,72750	0,76174	0,45822	0,02156	-0,11580	0,92531	0,21565	0,41239	0,00416	0,67139	1	

**Tableau:** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques et les différents groupes faunistiques / floristiques et entre groupes faunistiques et floristiques pour un seul niveau de signification (\* = P< 0.05) dans le barrage de Boukourdane.

	T	pH	CE	O2	NO3	NO2	PO4	SO4	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Copépodes	Rotifères	Cyanobactéries	Chlorophyta	Euglenophyta	Pyrrhophyta	charophyta	Chrysophyta	
<i>Copépodes</i>	0,27106	0,31061	0,72950	0,17943	0,30227	-0,34045	-0,24469	0,76378	0,06140	0,48061	0,18790	0,20568	0,71745	-0,13667	-0,40667	1								
<i>Rotifères</i>	-0,16999	0,53695	0,44441	0,33575	0,10436	-0,04610	-0,11481	0,19124	-0,70267	0,74815	-0,62673	0,50124	0,50956	0,58586	0,24799	0,48203	1							
<i>Cyanobactéries</i>	0,13866	0,49526	0,71926	0,37253	-0,01463	-0,23967	0,03185	0,41580	-0,63898	0,88246	-0,62861	0,48458	0,46964	0,36612	-0,06467	0,57189	0,90582	1						
<i>Chlorophyta</i>	0,73498	0,66411	0,70560	0,45421	0,56091	-0,15470	-0,21826	0,83223	-0,03080	0,62906	1,00000	0,39895	0,34059	0,47033	0,17199	0,75112	0,69302	0,61015	1					
<i>Euglenophyta</i>	0,30434	0,61941	0,88001	0,49876	0,18847	-0,30097	-0,18985	0,68151	-0,34613	0,93239	-0,24469	0,47537	0,85221	0,21108	-0,21608	0,67700	0,76770	0,93674	0,71025	1				
<i>Pyrrhophyta</i>	0,91136	-0,24703	0,36081	0,44976	-0,20389	-0,19512	0,50195	0,35160	-0,17425	-0,01672	-0,22956	-0,12644	0,59804	0,31353	0,41938	-0,08528	-0,08111	0,19523	0,61133	0,20195	1			
<i>charophyta</i>	0,08145	0,44158	0,53479	0,64937	-0,02633	-0,19199	0,22120	0,23479	-0,46924	0,79800	-0,66192	0,51105	0,80901	0,40151	-0,07965	0,52872	0,93803	0,84658	0,51353	0,89727	0,10323	1		
<i>Chrysophyta</i>	0,82279	0,26888	0,74571	0,60914	0,32200	-0,13109	-0,11456	0,87322	0,54072	0,49799	0,93511	0,06014	0,77932	-0,06889	-0,23281	0,38962	-0,09788	0,51195	0,98538	0,70698	0,71800	0,31659	1	

**Tableau:** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables physico-chimiques et les différents groupes faunistiques / floristiques et entre groupes faunistiques et floristiques pour un seul niveau de signification (\* = P< 0.05) dans le barrage de Taksebt.

	T	pH	CE	O2	NO3	NO2	PO4	SO4	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Chl.a	MO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Copépodes	Rotifères	Cyanobactéries	Chlorophyta	Euglenophyta	Pyrrhophyta	charophyta	Chrysophyta	
<i>Copépodes</i>	-0,57147	0,21573	-0,14935	0,36605	0,41400	-0,49043	0,96780	-0,25474	0,48875	0,24888	0,08490	-0,55319	0,31054	-0,56106	0,36155	1								
<i>Rotifères</i>	-0,16559	0,54310	0,29318	0,77188	-0,03573	-0,80795	0,94894	-0,14094	0,69475	0,66204	0,51464	-0,17661	0,73438	-0,13207	0,70275	0,87314	1							
<i>Cyanobactéries</i>	0,58520	0,95407	0,88683	0,94328	-0,72913	-0,67061	0,44008	-0,31803	0,89926	0,99329	0,97100	0,58068	0,92537	0,60332	0,99302	0,32067	0,69878	1						
<i>Chlorophyta</i>	-0,64789	0,44609	0,02180	0,97048	0,48100	-0,87352	0,99027	-0,23842	0,63857	0,72966	0,45780	-0,57926	0,98438	-0,68381	0,68272	0,99976	0,99985	0,72178	1					
<i>Euglenophyta</i>	-0,65939	0,43245	0,00662	0,96671	0,49426	-0,88081	0,99227	-0,22364	0,62681	0,71919	0,44424	-0,59157	0,98160	-0,69482	0,67154	0,99998	0,99948	0,71118	0,99988	1				
<i>Pyrrhophyta</i>	-0,66808	0,42194	-0,00501	0,96367	0,50433	-0,88625	0,99365	-0,21230	0,61771	0,71106	0,43380	-0,60090	0,97931	-0,70313	0,66289	0,99999	0,99904	0,70297	0,99964	0,99993	1			
<i>charophyta</i>	-0,17604	0,52224	0,28139	0,77322	-0,02719	-0,82516	0,95117	-0,10330	0,67070	0,65432	0,50402	-0,19095	0,73789	-0,13962	0,68774	0,86896	0,99928	0,68769	0,99976	0,99998	0,99999	1		
<i>Chrysophyta</i>	0,31503	0,86002	0,70744	0,94410	-0,49411	-0,77685	0,69015	-0,27803	0,88949	0,93260	0,85621	0,30846	0,91586	0,34032	0,95171	0,58165	0,88175	0,95351	0,91545	0,90923	0,90433	0,87380	1	

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Vazquez, G., Favila, M.E., "Status of the health conditions of subtropical Atezea lake". *Aquatic Ecosystem Health and Management*. , (1998), 245-255.
2. Dokulil, M., Chen, W., Cai, Q., "Anthropogenic impacts to large lakes in China: the Tai Hu example". *Aquatic Ecosystem Health and Management*. 3, (2000), 81-94.
3. Tazi, O., Fahde. A., El Younoussi, S., "Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca- Maroc". *Sécheresse*. 12(2), (2001), 129-34.
4. Mc Queen, D.J., Post, J.R., Mills, E.L., "Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems". *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43, (1986), 1571-1581.
5. Pennak, R.W., "Freshwater invertebrates of the United States". Second edition. Canada. John Wiley & Son's, Inc, (1978), 157-210.
6. Mavuti, K. H., Litterick, M. R., "Species composition and distribution of zooplankton in a tropical lake. Lake Naivasha, Kenya". *Arch. Hydrobiol.* 93, (1981), 52-58.
7. Davis, C.C. "A Comparison of the zooplankton in two Newfoundland bays with differing influences from major currents". *Int. Review Hydrobiol.*; 71, (1996), 11-47.
8. Matsumara-Tundisi, T., Tundisi, J. G., "Plankton studies in a lacustrine environment. I. Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir". *Oecologia.*, 25, (1976), 265-270.
9. Twombly, S., "Seasonal and short-term fluctuations in zooplankton abundance in tropical lake Malawi". *Limnol.Oceanogr.*, 28, (1983), 1214-1224
10. Serruya, C., Pollinger, U.. "Lakes of the warm belt. Cambridge". University Press. Cambridge., (1983), 569 p.
11. Nilssen, J. P.,. "Tropical lakes functional ecology and future developments: the need for process oriented approach". *Hydrobiologia.*, 113, (1984), 231-242.
12. Chutter, F.M.,. "Seasonality/aseasonality: chairman's summary". *Hydrobiologia.*, 125, (1985), 191-194.

13. Edmondson, W. T., "Reproductive rate of planktonic rotifers as related to food and temperature in nature". *Ecol. Monogr.*, 35, (1965), 61-111.
14. Egborge, A. B. M., "Salinity and the distribution of rotifers in the Lagos Harbour-Badagry Creek system, Nigeria". *Hydrobiologia.*, 272, (1994), 95-104.
15. Spirules, W. G., "Zooplankton in acid-stressed lakes". *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 32(3), (1975), 390-393.
16. Mavuti, K.M., "Ecology and role of zooplankton in the fishery of Lake Naivasha". *Hydrobiologia.*, 208, (1990), 131-140.
17. Patalas, K., "Crustacean plankton communities in forty-five lakes in the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario". *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28, (1971), 231-244.
18. Gannon, J. E., Stemberger, R. S., "Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality". *Trans Amer. Micros. Soc.*, 97(1), (1978), 16-35.
19. Hutchinson, G.E., "Introduction to Lake Biology and the Vol. 2. Limno plankton, *A Treatise of Limnology*". John Wiley and Sons, New York, (1967), 1115p.
20. Moss, B. "Brackish and freshwater shallow wetlands-different systems or variations on the same theme? ". *Hydrobiologia.*, 275/276, (1994), 1-14.
21. Campbell, J. M., Haase, B. L., "Availability of suitable phytoplanktonic food for zooplankton in an ice-covered lake". *Hydrobiologia.*, 79, (1981), 113-119.
22. Ghadouani, A., B. Pinel-Alloul, Y. Zhang and Prepas, E. E. "Relations between zooplankton community structure and phytoplankton in two lime-treated eutrophic hard water wetlands". *Freshwater Biology.*, 39, (1998), 775-790.
23. Donald, D. B., R. D. Vine Brooke, R. S. Anderson, J. Syrian's & M. D. Graham, "Recovery of zooplankton assemblages in mountain wetlands from the effects of introduced sport fish". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.*, 58, (2001), 1822-1830.
24. Hampton, S. E. & J. J. Gilbert, "Observations of insect predation on rotifers". *Hydrobiologia.*, 446/447, (2001), 115-121.
25. Cuker, B. E., "Field experiment on the influences of suspended clay and P on the plankton of a small lake. *Limnol*". *Oceanogr.*, 32, (1987), 840-847.

26. Carpenter, S. R., J. J. Cole, J. F. Kitchell, and M. L. Pace. "Impact of dissolved organic carbon, phosphorus, and grazing on phytoplankton biomass and production in experimental lakes". *Limnology and Oceanography*, 43, (1998), 73–80.
27. DiTullio, G. R., Hutchins, D. A., Bruland, K. W. "Interaction of iron and major nutrients controls phytoplankton growth and species composition in the tropical North Pacific Ocean". *Limnol. Oceanogr.*, 38, (1993), 495-508.
28. Sakka, A., Legendre, L., Gosselin, M., Leblanc, B., Delesalle, B., Price, N. M. "Nitrate, phosphate, and iron limitation of phytoplankton assemblage in the lagoon of Takapoto, A (Tuamotu Archipelago, French Polynesia)". *Aquat. Microb Ecol.*, 19, (1999), 149-161.
29. Gobler, C. J., Sanuado-Wilhelmy, S. A. "Effects of organic carbon, organic nitrogen, inorganic nutrients and iron additions on the growth of phytoplankton and bacteria during a brown tide bloom. Mar". *Ecol. Prog. Ser.*, 209, (2001), 19-34.
30. Graziano, L. M., Geider, R. J., Li, W. K. W., Ollaizola, M. "Nitrogen limitation of North Atlantic phytoplankton: analysis of physiological condition in nutrient enrichment experiments". *Aquat. Microb. Ecol.*, 11, (1996), 53664 p.
31. Caron, D. A., Lim, E. L., Sanders, R. W., Dennett, M. R., Berninger, U. G. "Response of bacterioplankton and phytoplankton to organic carbon and inorganic nutrient additions in contrasting oceanic ecosystems". *Aquat. Microb. Ecol.*, 22, (2000), 175-184.
32. Hallegraeff, G.M., Ringelberg, J., "Characterization of species diversity of phytoplankton assemblages by dominance-diversity curves". *Verh.Int.Verein.Limnol.*, 20, (1978), 939-949.
33. Berdalet, E., Marrasé, C., Estrada, M., Arin, L., MacLean, M. L. "Microbial community responses to nitrogen and phosphorus deficient nutrient inputs: microplankton dynamics and biochemical characterization". *J. Plankton. Res.*, 18, (1996), 1627-1641.
34. Carlsson, P., Granéli, E. "Effects of N:P: Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea. II. Phytoplankton species composition". *Aquat Microb. Ecol.*, 18, (1999), 55-65.
35. Duarte, C. M., Agustí, S., Agawin, S. R. "Response of a Mediterranean phytoplankton community to increased nutrient inputs: a mesocosm experiment. Mar". *Ecol. Prog. Ser.*, 195, (2000), 61-70.
36. Sari, D., "L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis Algérie". 1e édition ; SNED, Alger. (1977), 450 p.
37. Agence Nationale Des Barrages (ANB), – *Stratégies de gestion des eaux – Horizon 2010. L'envasement des barrages*. Rapport interne, (1990), 11 p.

38. Kouti A., Taabni M., Tihay J. P., "Aspects de l'inventaire, l'aménagement et la gestion des ouvrages de petite hydraulique dans le Tell Occidental algérien". *Bulletin Réseau Erosion.*, 11, (1991), 157-163.
39. Touaïbia, B., Dautrebande, S., Gomer, D., Mostefaoui, M., "Quantification de l'érosion à partir de l'implantation de quatre retenues collinaires dans la zone des marnes : W. Relizane, Algérie". *Bulletin Réseau Erosion.*, 15, (1995), 416 -426.
40. Remini, B. "Envasement des retenues de barrages en Algérie: importance, mécanismes et moyen de lutte par la technique du soutirage". Doctorat d'état, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, mars, (1997), 348 p.
41. Conseil National Economique et Social (CNES), – *L'eau en Algérie : le grand défi de demain*. Algérie, Alger, Rapport du conseil national économique et social 15<sup>ème</sup> session, (2000), 89 p.
42. Roose, E., Chebbani, R., Bourougaa, L.. "Ravinement en Algérie : typologie, facteurs de contrôle, quantification et réhabilitation ». *Sécheresse* n°4, vol., 11 11 (4), (2000), 317 - 326.
43. Kettab, A., "Les ressources en Algérie: stratégies, enjeux et vision". *Desalination.*, 136, (2001), 25-33.
44. Loucif Seiad, N., "Les ressources en eau et leurs utilisations dans le secteur agricole en Algérie. Comptes rendus Conférence international sur les Politiques d'Irrigation". Algérie, Alger, 14 avril 2002, (2002), 298-309.
45. Morsli, B., Mazour, M., Mededjel, N., Hamoudi, A., Roose, E., "Influence de l'utilisation des terres sur les risques de ruissellement et d'érosion sur les versants semi-arides du Nord ouest de l'Algérie". *Sécheresse* n°1, vol. 15 (2), (2004), 96-104.
46. Morsli, B., M. Habi, A. Hamoudi., "Contraintes et perspectives des aménagements hydroagricoles et antiérosifs en Algérie 2007". Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, (2007), 9 p
47. Meguenni, K., Remini, B. "Evaluation du debit solide dans le bassin versant de Harreza (Algérie) ". *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 07, (2008), 7-19
48. Guerne, J. DE & J. Richard, "Diagnose de deux *Diaptomus* nouveaux d'Algérie (*D. blanchardi* et *lilljeborgi*) ". *Bull. Soc. zool. France.*, 13, (1888), 160-162.
49. Guerne, J. DE & J. Richard, "Diagnose de *Diaptomus chevreuxi* Copépode nouveau d'Algérie". *Bull. Soc. zool. France.*, 19, (1894), 176-179.

50. Richard, J., "Description de *Mesochra blanchardi*, Copépode nouveau des sebkhas algériennes". Bull. Soc. zool. France., 14, (1889), 317-321.
51. Blanchard, R. & J. Richard, "Sur les crustacés des Sebkhass et des chotts d'Algérie". Bull. Soc. zool. France., 15, (1890), 136-138.
52. Blanchard, R., Richard, J. "Faune des lacs salés d'Algérie. Cladocères et Copépodes". Mém. Soc. Zool. France., 4, (1891), 512-535.
53. Gurney, R., "On the freshwater Crustacea of Algeria and Tunisia". Journ. Royal microsc. Soc., (1909), 273-305.
54. Roy, J., "Sur un nouvel Harpacticide muscicole: *Canthocamptus gauthieri* nov. sp". Bull. Soc. zool. France., 49, (1924), 461-468.
55. Roy, J., "Diagnose d'un nouveau *Diaptomus* d'Afrique du Nord, *Diaptomus gurneyi* nov. sp". Bull. Soc. zool. France., 52, (1927a), 213-218.
56. Roy, J., 1927b. "Sur deux variétés nouvelles de *Canthocamptus microstaphylinus* Wolf recueillies en Afrique du Nord". Bull. Soc. zool. France., 52, (1927b), 166-174.
57. Roy, J., "Mission saharienne Augieras-Draper 1927-1928". Copépodes et Ostracodes. Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord., 2 (1), (1929), 392-393.
58. Kiefer, F., "Diagnosen neuer süßwasser Copepoden aus Afrika". Zool. Anz. 66 (9/12), (1926), 262- 269.
59. Kiefer, F., "Beiträge zur Copepodenkunde (XIV) 40. Eine *Cyclops*-form aus Algerien". Zool. Anz., 87, (1930), 122-123.
60. Kiefer, F., "Beiträge zur Kenntnis der Copepoden fauna Algeriens". Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord, 43 (7), (1952), 87-112.
61. Kiefer, F., "Diaptomiden (Crustacea, Copepoda) aus dem Gebiet von Tassili n'Ajjer (Zentral Sahara) ". Trav. Inst. Rech. Sahara (Tassili) 3, (1958), 111-126.
62. Roy, J. & H. Gauthier, "Sur les Copépodes d'Algérie et de Tunisie (eaux douces et saumâtres) ". Bull. Soc. zool. France, 52 (1927), 558-575.
63. Gauthier, H., "Faune aquatique du Sahara central". Récoltes de M. L. Seurat au Hoggar en 1928. Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord., 22, (1931), 350-400.
64. Gauthier, H., "Remarques sur la faune aquatique de la «Fontaine-Chaude» au nord de Batna, en Algérie". Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord., 23, (1932), 105-108.

65. Gauthier, H., "Nouvelles recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie". Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord., 24, (1933a), 63-68, 121-126.
66. Gauthier, H., "Faune aquatique du Sahara central". Récoltes de M. Th. Monod dans l'Emmidir et l'Anhet. Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord., 24, (1933b), 127-132.
67. Rose, M & R. Vaissière, "Catalogue préliminaire des Copépodes de l'Afrique du Nord". Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord., 43, (1952), 113-136.
68. Dumont, H. J., P. laureys & J. Pensaert, . "Anostraca, Conchostraca, Cladocera and Copepoda from Tunisia". Hydrobiologia, 66 (3), (1979), 259-274.
69. Cherbi, M., "Contribution à l'étude des peuplements zooplanctoniques de trois lacs: Hamiz, Ghrib et Boughzoul". Thèse de Doctorat, USTHB, (1984), 1-154.
70. Akli, S., "Systématique et répartition géographique des copépodes (Crustacés) dulcicoles dans le Nord de l'Algérie". Thèse de Magister, USTHB, (1991), 1-158.
71. Boudiffa, H., "Etude comparative du zooplancton de la zone littorale de deux sites de la région de Sidi Bel Abbés: Lac Sidi M'Hamed, Benali et le barrage Sarno". Thèse de Magister, USTHB, (1993), 1-184.
72. Samraoui, B., H. Segers, S. Maas, D. Baribwegure & H. J. Dumont, "Rotifera, Cladocera, Copepoda, and Ostracoda from coastal wetlands in northeast Algeria". Hydrobiologia., 386, (1998), 183-193.
73. Samraoui, B., "Branchiopoda (Ctenopoda and Anomopoda) and Copepoda from eastern Numidia, Algeria". Hydrobiologia., 470, (2002), 173-179.
74. Maupas, M., "Sur le *Belisarius viguieri*, nouveau copépode d'eau douce". Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Paris., 115, (1892), 135-137.
75. Gauthier, H. "Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie, *Minerva*, Alger"., (1928), 1-419.
76. Beadle, L.C. "An ecological survey of some inland saline waters of Algeria". *J. Linn. Soc.*, 41, (1947), 218-242.
77. Hondt , J.L. "Contribution à l'étude de la microfaune interstitielle des plages de l'ouest algérien". *Vie et Milieu.*, 23 A, (1973), 227-241.

78. Hondt, J.L. "Note sur le plancton d'une oasis présaharienne (Tardigrades, Gastrotriches, Rotifères) ". *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 68, (1977), 71-77.
79. De Ridder, M., "Rotifers from Algeria". *J. Afr. Zool.*, 105, (1991), 473-483.
80. Hamaidi, F., Hamaidi, M.S., Guetarni, D., Saidi, F. & Mohamed Said, R. "Rotifères de l'Oued Chiffa (Algérie) ". *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie., n°30, (2008), 19-27.
81. Seurat, L. G. "Exploration zoologique de l'Algérie de 1830-1930". Masson, Paris, (1930), 708 p.
82. Vaillant, F. "Recherches sur la faune madicole (hygropetrique s.l.) de France, de Corse et d'Afrique du Nord". Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle., 11, (1955), 1-258.
83. Gagneur, J. "Surveillance biologique de la qualité des eaux. Exemple d'application au bassin de la Tafna (Algérie) ". Actes du Colloque. Journées de l'Eau (mai 1983), Tlemcen (Algeria)., (1983), 1-21.
84. Gagneur, J. "Flash floods and drying up as a major disturbance upon benthic communities in North-African wadis". *Verhandlungen der internationale Vereinigung fur Limnologie* 25, (1994), 1807-1811.
85. Beladjal, L., J. Mertens & H.J. Dumont. "An analysis of the setation pattern of the limbs in Anostraca (Crustacea); using the Algerian species as an example". *Hydrobiologia.*, 298, (1995), 263-280.
86. Beladjal, L., "Les anostracés d'Algérie (Crustacea: Anostraca) : aspects systématiques, écologiques et biogéographiques". Diss. doct. wetenschappen Corp. [RUG. Faculteit Wetenschappen \(WE\)](#)., (1998), 296 p.
87. Beladjal L. and Mertens J. "Interstitial remains for fauna reconstruction of desert pools using fairy shrimps as example (Anostraca) ". *Journal of Crustacean Biology* 23(1), (2003), 60-68.
88. Dumont, H.J., C. De Walsche C. & J. Mertens. "Distribution and morphological variation of *Streptocephalus torvicornis* (Waga, 1842) in North Africa". *Hydrobiologia*, 212, (1991), 203-208.
89. Samraoui, B. & H.J. Dumont. "The large branchiopods (Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) of Numidia (Algeria) ". *Hydrobiologia*, 486, (2002), 119-123.
90. Samraoui, B., Chakri K., and Samraoui F. "Large Branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salt lakes of Algeria. " *J. Limnol.*, 65(2), (2006), 83-88.

91. Pellegrin, J. "Les Poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française".  
Mémoires de la Société des Sciences naturelles et physiques du Maroc 1,  
(1921), 216 p.
92. Bertin, L. "Ichthyogéographie de l'Afrique du Nord". Comptes Rendus  
sommaires des Séances de la Société de Biogéographie 241-243, (1951),  
79-82.
93. Afri, F. Z. and Pauwels, J. M. "Facteurs physicochimique et présence de  
Diatomées dans l'oued Rhume". Mémoires de la Société d' Histoire  
naturelle de  
l'Afrique du Nord, N. S. 13, (1983), 131-143.
94. Belaidi-Aliane, N. "Etude de la salinité dans le bassin versant de la Tafna  
et son influence sur quelques organismes benthiques". M.Sc.thesis,  
University of Tlemcen (Algeria)., (1992), 64 p.
95. Vaillant, F. and Gagneur, J. "The Deptra Empididae Hemerodromiinae  
from  
Western Algeria and the middle-Atlas of Morocco". Annales de la Société  
entomologique de France (N. S.), 34(4), (1998), 365-384.
96. Gagneur, J. and Thomas, A. G. B. "Factors influencing the ecological  
repartition of aquatic Diptera families in a catchment of north-western  
Algeria". Verhandlungen der internationale Vereinigung fur Limnologie 27,  
(2001).
97. Belaidi, N., Taleb, A. & Gagneur, J., "Composition and dynamics of  
hyporheic and surface fauna in a semi-arid stream in relation to the  
management of a polluted reservoir". *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.*, 40, (2004),  
237-248.
98. Lounaci, A. "Recherches hydrobiologiques sur les peuplements  
d'invertébrés  
benthiques du bassin de l'oued Aissi (Grande Kabylie) ". M. Sc. thesis,  
University of Algiers, Algiers., (1987), 133 p.
99. Arab, A. "Etude des peuplements d'invertébrés et de Poissons appliquée  
à  
l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds  
Mouzaia et Chiffa". M.Sc. thesis, University of Algiers, Algiers., (1989), 145  
p.
100. Zemmouri, A. "A note on the genus *Artemia* in Algeria". *Hydrobiologia.*,  
212, (1991), 231-233.
101. Zouakh, A. "Étude des macroinvertébrés et des poissons de l'oued El  
Harrach et des ses affluents appliquée a l' évaluation de la qualité de l'eau".  
M.Sc. thesis, University of Algiers, Algiers., (1995), 67 p.

102. Lounaci, A., Brosse, S., Thomas, A. and Lek, S. "Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sebaou Wadi". *Annales de Limnologie* 36(2), (2000a), 123-133.
103. Lounaci, A., Brosse, S., Mouloud, SA., Lounaci-Daoudi, D., Mebarki, N. & Thomas, A., "Current knowledge of benthic macroinvertebrate diversity in Algerian stream, a species check list of the Sébaou river basin (Tizi Ouzou)". *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse.*, 136, (2000b), 43-55.
104. Arab, A., Lek S., Lounaci, A. & Park, Y.S. "Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa)". *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.*, 40, (2004), 317-327.
105. Cherbi, M., Lek-Ang, S., Sovan, Lek S., Arab, A. Distribution du zooplancton dans les lacs à climat méditerranéen C. R. Biologies., 331, (2008), 692–702.
106. Chaib, N, Samraoui, B., Marziali, L., Rosaro B. "Chironomid taxocenosis in a South Mediterranean wadi, the Kebir-East (Algeria)". *Studi Trent. Sci. Nat.*, 89, (2011a): 29-34
107. Gauthier-Lievre, L. "Recherches sur la flore des eaux continentales de l'Afrique du nord". Bulletin de la Société Histoire Naturelle d'Afrique Noire, Mémoire H. S., (1931), 299 p.
108. Baudrimont, R. "Recherches sur les Diatomées des eaux continentales de l'Algérie". thèse, Bordeaux., (1973).
109. Bensettiti, F. "Contribution a l'étude phytosociologique des ripisylves du nord de l'Algérie". Essai de synthèse a l'échelle de la Méditerranée occidentale. Thèse de Doctorat. Université de Paris II, Orsay., (1995), 180 p.
110. Bensouilah, M., Chaibi, R., Bouallag, C. "Production aquacole et peuplement en cyanophycées d'un plan d'eau saumâtre (la lagune El Mellah) de la région extrême Nord Est algérienne". Bulletin de l'INSTM. N spécial (8), (2003).
111. Nasri, H., Bouaicha, N., Loucif, N., Nasri, A.B., Bensouillah, M.A. "Impact Of the toxics Cyanobacteria in Freshwater « Dam of the East Algeria »". Proceedings of IWTC. Cairo, Egypt, Volume I, (2003), 207-227.
112. Nasri, AB, Bouaicha, N., et Fastner, J. "First report of a microcystin-containing bloom of the cyanobacteria *Microcystis* spp. in Lake Oubeira, eastern Algeria". *Arc. Env. Cont. Tox.* 46, (2004), 197–202.
113. Nasri, H., Bouaïcha, N., Kaid Harche, M. (2007): A New Morphospecies of *Microcystis* sp. Forming Bloom in the Cheffia Dam (Algeria): Seasonal

Variation of Microcystin Concentrations in Raw Water and Their Removal in a Full-Scale Treatment Plant. *Environ Toxicol* 22, (2007), 347–356.

114. Nasri, H., Bouaicha, N., Kaid Harche, M. “Variation saisonnière des toxines de cyanobactéries de type microcystine dans le barrage cheffia et leur élimination dans la station chaiba”. *Algerian Journal of Technology*. Numero special, mars 2008, Volume 01, (2008), 237-255.

115. Souissi, M, Chaibi, R, Melizi, M et Bensouilah, M. “Les Cyanobactéries d’un plan d’eau douce (lac Oubeira –EL-KALA), inventaire et répartition spatiale”. *Sci & Tec C-N°* 22, (2004), 38-42.

116. Amri, S., Branes, Z., et Oudra, B. “Inventaire des cyanobactéries potentiellement toxiques dans la tourbière du lac noir « parc national d’El-Kala » (Algérie) “. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 4, N°1, (2010), 49-68.*

117. Ouarts, A., Saoudi, A. & Chekireb, D. “Etude des efflorescences toxiques à cyanobactéries dans le barrage Mexa, Algérie”. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 5, N°1,(2011), 81-100.*

118. Al-Asadi, M. S., Randerson, P. and Benson-Evans, K. “Phytoplankton population dynamics in three West Algerian rivers”. The River Cheliff and its tributary, the River Mina *Marina Mesopotamica* Online Volume 1, Number 1, (2006), 48 – 72.

119. Branes, Z., Ounissi, M., Sargos, D., Amblard, C. “Density and biomass of phytoplankton in the Oubeira lake (N-E Algeria) “. *Journal of Fisheries International*. 2 (3), (2007), 200-206.

120. Chaïb, N., Alfarhan, A.H., Khaled, A.S. Al-Rasheid, K.A.S. and Samraoui, B. Environmental determinants of diatom assemblages along a North African wadi, the Kebir-East, North-East Algeria *J. Limnol.*, 70(1), (2011b), 33-40.

121. Tabet-Aoul, M. “Changement Climatique et Agriculture au Maghreb « Agriculture et développement rural durables en Méditerranée”. Institut agronomique méditerranéen de Bari. Oran - Algérie, (2008), 8-10.

122. Agence National des Barrages (ANB), 2010 *in* MATE. “Seconde communication nationale de l’Algérie sur les changements climatiques à la CCNUCC”. Projet GEF/ PNUD 00039149. Alger. (2010).

123. Anonyme, 2004 *in* MATE. “Evaluation du risque climatique en Algérie”. Projet 00039149/GEF/PNUD. Algérie, (2008).

124. MATE. “Vulnérabilité des bassins versants algériens aux changements climatiques”. Projet 00039149/GEF/PNUD. Algérie, (2008).

125. Chaumont, M., Paquin, C. "Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord à l'échelle 1/500000<sup>e</sup>, 4 feuilles + notice". Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, Alger, (1971), 25p.
126. ANRH., "Plan de développement 2010". Alger, (1993).
127. Touazi, M. and J.P. Laborde. "Modélisation pluie-débit à l'échelle annuelle en Algérie du Nord". Rev. Sci. Eau 17 (4), (2004), 503-516.
128. Alili, D. "Caractéristiques pluviométriques de l'année hydrologique 1992-93". ANRH. Alger, (1993).
129. ONM 2009 in MATE. "Seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques à la CCNUCC". Projet GEF/ PNUD 00039149. Alger. (2010).
130. Tabet-Aoul, M. "Développement durable et stratégie de l'environnement". Édition OPU, Alger, Algérie, (1998).
131. Fustec, E et Lefeuvre, J-C. "Fonctions et valeurs des zones humides". Ed. Dunod, Paris, (2000).
132. Genin, B. Chauvin, C., Menard, F. "Cours d'eau et indices biologiques : pollution Méthodes. IBGN ». ". EDUCARGI éditions, 2<sup>ème</sup> Edition, Paris.,(2003), 15- 172.
133. Grosclaude, G. "Un point sur l'eau. Tome II : usage et polluants". INRA, Paris., (1999), 125 p.
134. Vivier, P. "La vie des eaux douces". Presses universitaires, le point de connaissances achevées, 4<sup>ème</sup> Edition, Paris., (1972), 126 p
135. Verneaux J., "Le milieu et les peuplements aquatiques". Relations. *B.T.I.* 227, (1968), 245-260.
136. Pourriot R., Meybeck M., "Zonation physique, chimique et écologique dans les lacs". *In* : Pourriot R. et Meybeck M., Limnologie générale. Coll. Ecol. 25, Masson (Publ.), Paris, (1995), 404- 410.
137. Sacchi, C., Testard, P. "Ecologie animale". Edition, Doin, Paris., (1971), 480 p.
138. Dussart B., "Limnologie. L'étude des eaux continentales. Gauthier-Villars Collect". géobiol., écol., aménag., Paris, France., (1966), 677 p.
139. Bosca, C., Benmoussa, M., Dauta, A., Eulin, A., Moles, A., "Utilisation des végétaux aquatiques pour définir des zones de sensibilité à l'eutrophisation d'une rivière : la Garonne (France)". 4<sup>ème</sup> Conférence internationale des Limnologues d'expression française, Merrakeche., (1994).

140. Riskin, M.L., Deacon, J.R., Liebman, M.L. & Robinson, K.W., "Nutrient chlorophyll relations in selected streams of the New England coastal basins in Massachusetts and New Hampshire, June-September 2001". Pembroke, New Hampshire, U.S. Geological survey Water-Resources Investigations Report 03-4191, (2003).
141. Vollenweider, R.A., "A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. Philadelphie". International Biological Programme., (1969).
142. OCDE, "Eutrophisation des eaux : méthode de surveillance, d'évaluation et de lutte. Paris". Organisation pour la Coopération et le Développement Economique., (1982), 154 p.
143. Schroder, R., "Relevant parameters to define the trophic state of lakes". *Arch. Hydrobiol.* 121 (4), (1991), 463-472.
144. Matthews, R., M. Hilles and G. Pelletier: Determining trophic state in lake Whatcom, Washington (USA), a soft water lake exhibiting seasonal nitrogen limitation. *Hydrobiologia*, 468, 107-121 (2002).
145. Charbonneau, J-P., Corajoud, M.C., Daget, J., Dajoz, R., Dussart, M., Friedel, H., Keilling, J., Lapoix, F., Molinier, R., Oizon, R., Pellas, P., Ramade, F., Rodes, M., Simonnet, D., Vadrot, C.M. et Dumont, R., "Encyclopédie de l'écologie - le présent en question". Librairie Larousse, Canada, ISBN 2-03070102-5., (1977), 487 p
146. Verneaux, J., "Méthodes biologiques et problèmes de la détermination des qualités des eaux courantes". *Bulletin d'Ecologie*, 15 (1), (1984), 47-55.
147. Chocat, B. "Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement". Edition, Lavoisier, Paris., (1997), 1124 p.
148. Genin, B., Chauvin, C. & Menard, F., "Cours d'eau et indices biologiques". Pollutions - Méthodes - IBGN. Edition, ENESAD-CNERTA (1997), 202 p.
149. Othoniel, C., "La croissance du biofilm photosynthétique : un indicateur du statut trophique des rivières ". Thèse de doctorat. Université de Bordeaux., (2006), 303 p.
150. Crouzet, P., Bertru, G. "Phosphore et processus d'eutrophisation ; In : Pointeur sur l'épuration et le traitement des effluents (Martin G et Cordon B) ". Tec & Doc. Edition, Lavoisier, Paris., 3 (3), (1987), 63-105.
151. Rast, W., Ryding, S.O., "Le contrôle de l'eutrophisation et des réservoirs". Masson S.A & UNESCO. Paris., (1994), 237 p.

152. Menesguen, A. "L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France". Rapport IFERMER pour la commission européenne., (2001), 64 p.
153. Ramade, F. "Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement". Ediscience international, Paris (1993), 832 p.
154. Brown. J., B., Gravel. M ; Provost. M., R., "Guide des problématiques reliées à l'eau » Bassin versant de la rivière du Nord. ", (2006), 22 p.
155. Barbault, R. "Abrégés : écologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère". Ed. Masson, 3<sup>ème</sup> édition, Paris., (1995), 34-41.
156. Gaid, A. (1984). Épuration biologique des eaux usées urbaines. Édition O.P.U, (1984), Tomes 1 et 2. Alger.
157. Yang, M.D., Sykes, R.M., "Trophic-dynamic modeling in a shallow eutrophic river ecosystem". *Ecological Modelling*, 105, (1998), 129-139.
158. Lindeman, R.L., "The trophic dynamic aspect of ecology". *Ecology* 23 (3), (1942), 399-418.
159. Round, F. E., R. M. Crawford and D. G. Mann. "The Diatoms. Biology & morphology of the genera". Cambridge, Cambridge University Press., (1990).
160. Stevenson, R. J. and Y. Pan. "Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms". The Diatoms - Applications for the Environmental and Earth Sciences. In: E. F. Stoermer and J. P. Smol (Eds.), Cambridge University Press., Cambridge., (1999).
161. Mazumder, A., McQueen, D.J., Taylor, W.D., Lean, D.R.S., "Pelagic food web interactions and hypolimnetic oxygen depletion : results from experimental enclosures and lakes". *Aquatic Sciences* 52 (2), (1990), 144-155
162. Delincé, G., "The ecology of the fish pond ecosystem with special reference to Africa". Kluwer Academic (Publ.), Dordrecht, Netherlands., (1992), 230 p.
163. Lazzaro, X., Drenner, R.W., Stein, R.A., Smith, J.D., "Planktivores and plankton dynamics : effects of fish biomass and planktivore type". *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49, (1992), 1466-1473.
164. Lacroix ,G., "Relations trophiques au sein des écosystèmes lacustres : apports des expériences en mésocosme". *Ann. sci. Univ. B. Pascal-Clermont-Ferrand II* 99, (1994), 10-13.
165. Milstein, A., Alkon ,A., Kochba, M., Avnimelech, Y., Karplus, I., "Combined effects of fertilization rate manuring and feed pellets application

on fish performance and water quality in polyculture ponds". *Aquac. Research* 26, (1995), 55-65.

166. Mccauley, E., Kalff, J., "Empirical relationships between phytoplankton and zooplankton biomass in lakes". *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 38, (1981), 458-463.

167. Pace, M.L. "An empirical analysis of zooplankton size structure across lake trophic gradients". *Limnology and Oceanography* 31, (1986), 45-55.

168. Dodson, S. "Predicting crustacean zooplankton species richness". *Limnology and Oceanography* 37, (1992), 848-856.

169. Brett, M.T. "Zooplankton communities and acidification processes (a review)". *Water, Air, and Soil Pollution* 44, (1989), 387-414.

170. Keller, W., Yan, N.D., "Recovery of crustacean zooplankton species richness in Sudbury area lakes following water quality improvements". *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 48, (1991), 1635-1644.

171. Marmorek, D.R., Korman, J., "The use of zooplankton in a biomonitoring program to detect lake acidification and recovery". *Water, Air, and Soil Pollution* 69, (1993), 223-241.

172. Yan, N.D., W. Keller, K.M. Sommers, T.W. Pawson, et R.E. Girard. "Recovery of crustacean zooplankton communities from acid and metal contamination: comparing manipulated and reference lakes". *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 53, (1996), 1301-1327.

173. Carpenter, S.R. et J.F. Kitchell., "The trophic cascade in lakes". Cambridge University Press (Cambridge, R-U), (1993).

174. Schlumberger, O & Bouretz, N, "Réseaux trophiques et production piscicole en étangs fertilisés". *Rev. Sci. Eau.* 15/1, (2002), 177-192.

175. Cuker, B.E. "Field experiment on the influence of suspended clay and P on the plankton of a small lake". *Limnology and Oceanography* 32, (1997), 840-847.

176. Boyd, C.E. "Water Quality for Pond Aquaculture". Research and Development Series No. 43. International Center for Aquaculture and Aquatic 177. Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, (1998).

178. Odum, E. P. "Fundamentals of Ecology". 3rd ed. Philadelphia: Saunders, (1971), 574 p.

179. Barnabe, G., "Aquaculture: biology and ecology of cultured species", (1994), New York, Ellis Horwood, 403 p.

180. Henry. M.T, & Beaudry. J “Chimie des eaux“, 1<sup>er</sup> édition, le Griffon d’argile (Canada), (1984), 337 p.
181. Debieche. T.H., “Evolution de la qualité des eaux sous l’effet de la pollution saline, agricole et industrielle : la base plaine Seybouse“, Thèse de doctorat, UFR des sciences et techniques de l’université de Franch Comté., (2004), 199 p.
182. Bougis, P. “Ecologie du plancton marin. 1. Le phytoplancton. 2. Le zooplancton“. Masson & Cie, Paris. 1., (1974), ix + 196 p; 2 vi + 206 p.
183. Meglitsch, PA. “Zoologie des invertébrés 3, Arthropodes mandibulés (Crustacés, myriapodes et insectes) et deutérostomiens (échinodermes et lophophoriens...)“. Ed Doin., (1975), 362 p.
184. Fryer. G., “The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance“. *J. Anim. Ecol.*, 26, (1957), 263-286.
185. Dussart, B. & D. Defaye, “Introduction to the Copepoda (2nd ed.; revised and enlarged) “. In: H. J. F. DUMONT (ed.), *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World.*, 16, (2001), 1-344. (Backhuys Publishers, Leiden).
186. Brummett, R.E. “Food organism availability and resource partitioning in organically and inorganically fertilized *Tilapia rendalli* ponds“. *Aquaculture.*, 183, (2000), 51-71
187. Madigou, E., "Influence du statut trophique de cours d'eau sur les fonctionnalités microbiennes des biofilms (épipsammon et épilithon)". Thèse de doctorat, Université Claude-Bernard - Lyon 1 (2005). 255p.
188. Ruttner-Kolisko A., “Plankton. Rotifera, biology and taxonomy“. 26, 1, *Suppl.*, *Die Binnengewasse*, (1974), 1-146.
189. Pourriot, R. & Francez, A.J. “Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises“. *Bull. mens. Soc. Linn.*, Lyon, 55<sup>ème</sup> année, (1986), 8, 5, 37 p.
190. Nogrady, T., Wallace, R.L & Snell, T. “Rotifera 1. Biology, ecology and systematics. In: Dumont H.J. (ed.). *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. SPB Academic“. The Hague, (1993), 4, 142 p.
191. Beauchamp, P., “Classe des Rotifères“. *Traité de Zoologie*, éd. P.P. Grasset IV, 3, (1965), 1225-1379.
192. Pourriot, R., "Recherches sur l'écologie des Rotifères, *Vie et Milieu*". *supp 21*, (1965), 224p.

193. Herzig A. "Comparative studies on the relationship between temperature and duration of embryonic development of rotifers". *Hydrobiologia*, 104, (1983), 237–246.
194. Koste, W, RJ Shiel. "Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta) ". *Invertebr. Taxon.* 7, (1987), 949-1021.
195. Pontin, R.M. "A key to the freshwater planktonic and semiplanktonic rotifera of the British Isles". *Freshwater Biological Association Scientific Publication*, N° 38, (1978).
196. Sladeczek V., "Rotifers as indicators of water quality". *Hydrobiologia*, 100, (1983), 169-171.
197. Gayral, P. "Les Algues : morphologie, cytologie, reproduction et écologie". Édition Doin. Paris, (1975), 162 p.
198. Dauta, A., Devaux ,J., Piquemal, F., Boumnick, L., "Growth rate of four freshwater algae in relation to light and température". *Hydrobiologia*, 207, (1990), 221-226.
198. Dauta, A. et Feuillade, J., "Croissance et dynamique des populations algales". *In Limnologie général*, Pourriot R. et M. Meybeck (eds). Collection d'écologie, 25, (1995), 328-350.
199. De Reviere, B., "Biologie et phylogénie des algues". Belin Sup. Sciences. Tome 2, (2003), 255 p.
200. Reynolds, C.S. "What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? ". *Hydrobiologia*, 369/370., (1998), 11-26.
201. Prescott, L.M., Harley, J.P. et Klein, D.A. "Microbiologie", 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles., (2003), 572-1136 p.
202. Bourelly, P. "Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique". Tome I: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris., (1985a).
203. Bright, D.I., Walsby, A.E. "The relationship between critical pressure and width of gas vesicles in isolates of *Planktothrix rubescens* from lake Zurich". *Microbiology*. 145, (1999), 2769-2775.
204. Schanz, F., Micheletti, S., Walsby, A.E. "Factors leading to the success of the cyanobacterium *Planktothrix rubescens* in Lake Zurich". *Phycologia*. 36, (1997), 89-99.
205. Walsby, A.E., Ng, G., Dunn, C., Davis, P.A. "Comparison of the depth where

- Planktothrix rubescens stratifies and the depth where the daily insolation supports its neutral buoyancy". *New Phytologist*. 162, (2004), 133-145.
206. Walsby, A.E. "Stratification by cyanobacteria in lakes: a dynamic buoyancy model indicates size limitations met by *Planktothrix rubescens* filaments". *New Phytologist*. 168, (2005), 365-376.
207. John, D.M. "Alternation of generations in algae: its complexity, maintenance and evolution". *Biology Review*. 69, (1994), 275-291.
208. Bourelly, P. "Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique". Tome III: Les algues Vertes. Editions N. Boubée & Cie, Paris., (1985b).
209. Ettl, H. "Xanthophyceae. Ettl, H., Gerloff, J. et Heynig, H. (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa". Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, (1978).
210. Wetzel, R.G., "Limnology: Lake and River Ecosystems". 3<sup>ème</sup> Ed. Academic Press. N.Y, (2001), 1006p.
211. Sanders, R.W., Porter, K.G., Caron, D.A. "Relationship between phototrophy and phagotrophy in the mixotrophic chrysophyte *Poterioochromonas malhamensis*". *Microbial Ecology*. 19, (1990), 97-109.
212. Domaizon, I., Viboud, S., Fontvieille, D. "Taxon-specific and seasonal variations in flagellates grazing on heterotrophic bacteria in the oligotrophic Lake Annecy - importance of mixotrophy". *FEMS Microbiology Ecology*. 46, (2003), 317-329.
213. Germain, H. "Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres". Société nouvelle des éditions Boubée, Paris., (1981).
214. Kugrens, P., Clay, B.L. "Cryptomonads. *Dans* : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification". Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris., (2003).
215. Starmach, K. "Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. Flora Slodkowodna Polski". Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa., (1974).
216. Kofoid, C.A. "On *Peridinium steinii* Jörgensen, with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae". *Archiv für Protistenkunde*. 16, (1909), 25-47.
217. Rosowski, J.R. "Photosynthetic Euglenoids. *in* : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification". Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris., (2003).
218. Chardy P., "Ecologie des Crustacés Péracarides des fonds rocheux de Banyuls-sur-Mer. Amphipodes, Isopodes, Tanaïdacés, Cumacés, infra-et circalittoraux". *Vie Milieu*, Vol. XXI, fasc. 3-B, (1970), 657-727.

219. Kadi, A. "La gestion de l'eau en Algérie". Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques, 42(2), (1997).
220. Durand, J.H., "Les sols d'Algérie. Direction de l'hydraulique". Services des Etudes scientifiques. Pédologie n° 2 Alger., (1954), 244 p.
221. Seltzer, P., "Le climat d'Algérie". Int. Météo. Et Physique du Globe, Univ. D'Alger., (1946), 219 p.
222. Flandrin J., "La chaîne du Djurdjura". XIXe Cong. Géol. Internat. Alger, *Monogr. Région. de série*, 19, (1952), 48 p.
223. Coutelle, A., "Flyschs externes et unités telliennes du flanc Sud de Djurdjura". Présentation d'un modèle d'évolution tectogénique de la grande Kabylie. Bull. Soc. Géol. Fr., 7<sup>e</sup> série, XV (5), (1976), 1337 - 1345.
224. Coutelle, A., "Les grands traits stratigraphiques et structuraux du Djurdjura". ASAC. 2, (1977), 15-18.
225. Nafa, K. "Approche géophysique des problèmes d'hydrodynamiques et d'invasion marine en milieu souterrain". Exemple des plaines d'Annaba, de la Mitidja et de la Baie d'Alger. Thèse. Magi. Univ. USTHB d'Alger., (1985), 205 p.
226. Kherici, N. "Vulnérabilité à la pollution chimique des eaux souterraines d'un système de nappes superposées en milieu industriel et agricole (Annaba-La Mafrag) Nord Est Algérien". Th. Doct. Es-Sciences, Univ. Annaba., (1993), 170 p.
227. Djabri, L., "Mécanisme de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse". Origine géologique, industrielle, agricole et urbaine. Th. Doc. Es. Sc. Univ. Annaba. Algérie. (1996).
228. Zenati, N. "Relation nappes-lac, Confirmation par l'hydrochimie, Cas de la nappe superficielle de la plaine Ouest d'El Hadjar". Lac Fetzara N-E Algérien, Mémoire de magistère, Univ. Annaba., (1999), 148 p.
229. Rodier J., "L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer". 7<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris., (1984), 1365 p.
230. Rachiq, S "Structure et fonctionnement du peuplement phytoplanctonique et capacités phagotrophes des microalgues dans le réservoir allal el fassi (maroc) ". Thèse de doctorat. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. Faculté des sciences Dhar El Mehraz Fes., (2003), 154 p.
231. Anonyme., "Détermination de la chlorophylle a : méthode par fluorimétrie". Centre D'expertise En Analyses Environnementales De Québec. MA.800-chlor.1.0, Ministère de l'environnement du Québec., (2003), 10 p.

232. Millerioux, G., "Contribution à l'étude du lac D'Aydat (Puy de Dôme)". Thèse de 3ème cycle, Université de Clermont-Ferrand II., (1976), 107 p.
233. S.C.O.R.-U.N.E.S.C.O. Working Group 17, "Determination of photosynthetic pigments in sea water". Monographs on oceanographic methodology 1.2nd ed. impression 1969 U.N.E.S.C.O. Paris., (1966), 9-18.
234. Dussart, B. & D. Defaye, "Répertoire mondial des copépodes cyclopoïdes". (1985), 1-236. (CNRS, Paris).
235. Dussart, B. et D. Defaye, "Répertoire mondial des Crustacés Copépodes des eaux intérieures. III. Harpacticoïdes. Crustaceana", (Suppl.), 16, (1990), 1-384.
236. Dussart, B., "Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale". Tome 1 : Calanoides et Harpacticoïdes. *Ed. N. Boubée Le et Cie*, Paris, (1967), 500 p.
237. Dussart B., "Contribution à l'étude des eaux douces de l'Ennedi. 1. Copépodes". *Bull. I.F.A.N., sBr. A*, 30, 1 (1968), 127-134.
238. Dussart, "Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale". II: Cyclopoïdes et biologie, (Ed. N. Boubée et Cie, Paris). (1969), 1-292.
239. Einsle, U., "Crustacea Copepoda. Calanoida und Cyclopoida". Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8 (4-1), (1993), 1-209. (Gustav Fischer Verlag, Stuttgart).
240. Einsle, U., "Copepoda: Cyclopoida. Genera *Cyclops*, *Megacyclops*, *Acanthocyclops*". In: "Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World", DUMONT, H. J. F., ed. 10, Backhuys Publ., Leiden, (1996), 1-83.
241. KaraytugA, S., "Copepoda: Cyclopoida. Genera *Paracyclops*, *Ochridacyclops* and key to the Eucyclopinæ". In: H. J. F. Dumont (ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, Backhuys Publishers, Leiden 14, (1999), 1-217.
242. Mirabdullayev, I. M., et DEFAYE, D., "On the taxonomy of the *Acanthocyclops robustus* species complex (Copepoda, Cyclopidae)". 1, "*Acanthocyclops robustus*" Sars, G. O., (1863) and *Acanthocyclops trajani* sp. n. Selevinia, 1-4, (2002), 7-20.
243. Holynska, M., Reid, J.W., & Ueda, H., "Genus *Mesocyclops*". In: "Copepoda: Cyclopoida, genera *Mesocyclops* and *Thermocyclops*", Ueda, H., & Reid, J. W. (eds.), H. J. F. Dumont (ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, 20, Backhuys Publishers, Leiden, (2003), 12-213.

244. Koste W., "Rotatoria. Gebr. Borntraeger". Berlin. 2 vol, 234, plates, (1978), 1-673.
245. Segers, H., "The Lecanidae (Monogononta)". In: "Rotifera 2", Nogrady, T., (eds.). In: (eds). "Guides to the identification of the Continental Waters of the world", Dumont, H.J., 6. SPB Academic. The Hague. The Netherlands, (1995), 226 p.
246. Bourrelly, P., "Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique". Tome I : Les algues vertes. Eds. Boubée et Cie, Paris., (1966), 572 p.
247. Bourrelly, P., "Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II : Les algues jaunes et brunes, Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomophycées". Eds. Boubée et Cie, Paris., (1968), 438 p.
248. Bourrelly, P., "Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique". Tome III: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Eds. Boubée et Cie, Paris., (1970), 512 p.
249. Sournia, A., "La Cyanophycée *Oscillatoria* (= *Trichodesmium*) dans le plancton marin: taxinomie, et observations dans le Canal de iMozambique". Noua lledruigin, 15 (1), (1968), 1-12, pl. I-2.
250. Compère, P., "Algues de la région du lac Tchad". II- Cyanophycées. Cah. ORSTOM, Sér. Hydrobiol. 8 (3/4), (1974), 165-198.
251. Compère, P., "Algues de la région du lac Tchad". III-Rhodophycées, euglénophycées, cryptophycées, dinophycées, chrysophycées, xanthophycées. Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 9 (3), (1975a), 167-192.
252. Compère, P., "Algues de la région du lac Tchad". IV- Diatomophycées. Cah. ORSTOM, Sér. Hydrobiol. 9 (4), (1975b), 203-290.
253. Compère, P., "Algues de la région du lac Tchad". VII- Chlorophycophytes (3ème partie : Desmidiées). Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 11 (2), (1977), 135-164.
254. Compère, P., "Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique : T.3 Rhodophytes". Jardin Botanique National de Belgique, Meise, BEL., (1991), 55 p.
255. Compère, P., "Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique : T.4 Charophytes". Jardin Botanique National de Belgique, Meise, BEL., (1992), 77 p.

256. Compère, P., "Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique : T.5 Desmidiées 1 Mesotaeniaceae, gonatozygaceae, peniaceae, closteriaceae". Jardin Botanique National de Belgique, Meise, BEL., (2001), 69 p.
257. Iltis, A., Coute, A., "Péridiniales (Algue, Pyrrhophyta) de Bolivie". Rev. hydrobiol. trop. li (4), (1984), 219-286.
258. Anagnostidis, K., Komárek, J., "Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3 - Oscillatoriales". Algological Studies 50-53: 327-472. Archiv. Fur Hydrobiologie, Supplementband 80. Stuttgart., (1988).
259. Anagnostidis, K., Komárek, J., "Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 5 - Stigonematales". Algological Studies 59:1-73. Archiv. Fur Hydrobiologie, Supplementband 86. Stuttgart., (1990).
260. Komárek, J., Anagnostidis, K., "Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 2 - Chroococcales". Algological Studies 43:157-226. Archiv. Fur Hydrobiologie, Supplementband 73. Stuttgart., (1986).
261. Komárek, J., Anagnostidis, K., "Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4 - Nostocales". Algological Studies 56:247-345. Archiv. Fur Hydrobiologie, Supplementband 82. Stuttgart., (1989).
262. Komárek, J., Anagnostidis, K., "Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales". Gustav Fischer éd., Gustav Fischer, Stuttgart, (1999), 548 p.
263. Komárek, J., Anagnostidis, K., "Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales". Elsevier Spektrum Akademischer Verlag éd., Elsevier, München, (2005), 759 p.
264. Whitton, B. A., Potts, M., "The Ecology of Cyanobacteria". Their Diversity in Time and Space, Kluwer Academic Publishers, Boston., (2000), 669 p.
265. Forster, K., "Conjugataceae, Zygnematales und Desmidiáles (excl. Zygnemataceae)". In: G. Huber-Pestalozzi (Ed.), *Die Binnengewässer XVI. Das Phytoplankton des Süßwassers*. Schweizerbat'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 8, (1982), 1-43.
266. Opute, F.I., "Contribution to the knowledge of algae of Nigeria. I. Desmids from the Warri/Forcados Estuaries". Part II. The genera Euastrum and Micrasterias. Algological Studies, 65, (1992), 73-92.
267. Opute, F.I., "Contribution to the knowledge of algae of Nigeria. I. Desmids from the Warri/Forcados Estuaries". Part II. The elongate baculiform desmids. J. Limnol., 59(2), (2000), 131-155.
268. Islam, A.K.M.N. "Contribution to the knowledge of desmids of East Pakistan". Part I. *Nova Hedwigia*, 20, (1970), 903-983.

269. Islam, A.K.M.N. & A.K.Y. Haroon. "Desmids of Bangedesh". *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 64(4), (1980), 551-604.
270. Islam, A.K.M.N. & A.K.Y. Haroon., "Desmids of Iraq". *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 70(6), (1985), 877-889.
271. Komarek, J., Fott, B., "Chlorophyceae: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers und Biologie". In :PHIL et PESTALOZZI MAD G.H (Eds), *Die Binnengewässer*, Stuttgart., (1983).
272. Leghari, S. M, S.N. Arbani, and T.M. "Jehangir Chlorococcales (Chlorophyta) of Sindh, Pakistan". *Journal of Biological Sciences* 1 (6), (2001), 451-455.
273. Chandy, J P., Al-Tisan, I., Munshi, H., A. Abd El-Reheim, H., "Taxonomic studies on phytoplankton from Al-Jubail part I: Diatoms (Bacillariophyceae)". Issued as Technical Report No. SWCC (RDC)-23 in December, (1992), 25 p.
274. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart., (1986), 876 p.
275. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Bacillariophyceae. Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1988).
276. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1991a).
277. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) and Gomphonema". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1991b).
278. Lavoie, I. Laurion, W., Vincent, F., "Les fleurs d'eau de cyanobactéries". document d'information vulgarisée. INRS rapport, 9, (2007), 17- 27 p.
279. Pestalozzi, G.H., "Chlorophyceae : Volvocales", In: "*Süßwasser Flora von Mitteleuropa*, Stuttgart", Ettl, H., Gerloff, J., Heying, H., Mollenhauer, D (Eds.), (1961), XXp.

280. Starmach, K., "*Flora Ślaskowa Polski, Cryptophyceae, dinophyceae, Raphidophyceae*". Warszawa, Krakow, (1974), 520p.
281. Starmach, K., "Euglenophyta - Eugleniny. *Flora Ślaskowa Polski*". Warszawa, Kraków (in Polish), 3 PWN, (1983), 563p.
282. Starmach, K., "*Cyanophyta sinice, Glaucophyta, Glaukofity. Flora ślaskowa Polski*". Warszawa, Polska Akademia Nauk, 2 tome, (1996), 806p.
283. Ettl, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 3, Teil 1. Xanthophyceae". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1978).
284. Ettl, H., Gerloff J., Heynig H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 4, Teil 2. Xanthophyceae". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1980).
285. Ettl, H., Gerloff J., Heynig H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 16. Conjugatophyceae I, Chlorophyta VIII, Zygnematales". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1984).
286. Ettl, H., Gerloff J., Heynig H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 6. Dinophyceae (Dinoflagellata)". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1990).
287. Ettl, H., Gerloff J., Heynig H., Mollenhauer D., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 1. Chrysophyceae und Haptophyceae". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1985).
288. Ettl, H., Gärtner G., "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 10. Chlorophyta II: Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, (1988).
289. Ettl, H., Gerloff J., Heynig H., Mollenhauer D., "Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 19/1: Cyanoprokaryota I., Chroococcales". Gustav Fischer Verlag Jena, (1999), 548 p.
290. Boulinier, T., Nichols, J.D., Sauer, J.R., Hines, J.E. & Pollock, K.H., "Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability". the Ecological Society of America *Ecology* 73 (3), (1998), 1018p.
291. Nichols, J.D., Boulinier, T., Hines, J.E., Pollock, K.H. et Sauer, J.R., "Estimating rates of local species extinction, colonization, and turnover in animal communities". *Ecological Applications*. 8, (1998), 1213-1225.
292. Peet, R. K., "The measurement of species diversity". *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 5, (1974), 285-307.

293. Lackey, J.B., "The manipulation and counting of river plankton and changes in some organism due to formalin preservation". U.S. Public Health Report, 63., (1938), 2080-2093.
294. Daget, J., " les modèles mathématiques en écologie ". Masson ed., P.U.L. Paris - Québec, (1979), 494p.
295. Omori, M., et Ikeda, T., "Methods in marine zooplankton ecology". John Wiley and Sons, New York, (1984), 332 p.
296. Legendre, L., & Legendre, P., "Ecologie numérique ; I. Le traitement multiple des données écologiques ; II". La structure des données écologiques. Masson ed., Paris, (1979), 197p. et 247p.
297. Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J. H., Skjoldal, R., et Huntley, M., "Zooplankton methodology manual". Academic Press, San Diego, (2000), 684 p., ICES.
298. Shannon, C.E., & Weaver, W., "The mathematical theory of communication". Univ. Illinois Press, Urbana (1949), 25p.
299. Daget , J., "Les modèles mathématiques en écologie". Ed. Masson, Paris (1976), 172p.
300. Frontier, S., & Pichod-Viale, D., "Ecosystèmes: structure, fonctionnement, évolution". Ed. Masson, Paris (1991), 392p.
301. Puetro, A., et Rico, M., "Edaphic variability and floristic structure on Mediterranean grassland slopes". Arid Soil, Research and Rehabilitation. 11: (1997), 9-22.
302. Gray, L.J., Martha, L.F., et Ingraffea, A.R., "Hypersingular integrals in boundary element fracture analysis". International Journal for Numerical Methods in Engineering. 29, (1990), 1135-1158.
303. Pielou, E.C., "Ecological diversity". John Wiley and Sons, New York (1975).
304. Sorensen, T.A., "A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons". K. danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 5: (1948),1-34.
305. Legendre, P., et Legendre, L., "Numerical Ecology". Elsevier Science. Amsterdam (1998), 853 p.
306. Ter Braak, C. J. F., CANOCO., "An extension of DECORANA to analyze species-environment relationships". *Hydrobiologia*, 184, (1989), 169-170.

307. Ter BRAAK, C.J.F., "Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis". *Ecology* 67, (1986), 1167-1179.
308. Chessel, D., Lebreton, J.D. & Yoccoz, N. "Propriétés de l'analyse canonique des correspondances; une illustration en hydrobiologie ". *Rev. Statistique Appliquée* XXXV , (1987). 55-72.
309. Mccune, B., & Mefford, M.J., "Multivariate analysis of ecological data". MjM Software Design, Gleneden Beach, version 4, OR, US. PC-Ord (1999).
310. Munawar, M.,. Limnological studies on ponds of Hyderabad, India I. The biotope. *Hydrobiology.*, 35 (1), (1970), 127-162.
311. Harshley, D.K., Patil, S.G., and Singh, D.F., "Limnological studies on a tropical fresh water fish tank of Jabalpur". *Geobios new reports*, 1 (2), India.1 (1982), 98-102.
312. Nisbet, M., & Verneaux, J., "Composantes chimiques des eaux courantes ". Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Ann. Limnol.* 6, (1970), 161-190.
313. Staudinger, R., Peiffer, S., Avnimelech, Y., Bemtan, T., "Phosphorus mobility in interstitial waters of sediments in Lake Kinneret". *Hydrobiologia.* 207, (1990), 167-177.
314. Goterman, H.L., "Toxico cinétique de trois polluants métalliques majeurs chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*), le chrome, le cuivre et le zinc ". Thèse de 3ème cycle Univ. De Claude Bernard, Lyon (1995), 125 p.
315. UNEP/MAP/MED POL/WHO: Guidelines on sewage treatment and disposal for the Mediterranean region. MAP Technical Reports Series No. 152, UNEP/MAP, Athens (2004).
316. Zafar, A.R., "On the ecology of algae in certain fish ponds of Hyderabad", "Distribution of unicellular and colonial forms". *Hydrobioclogia.* 24(4), India. 2 (1964), 556-566.
317. Jhingran, V.G., "Fish and Fisheries of India". Hindustan Publishing Corporation, (India) Delhi (1982).
318. Hutchinson, G.E., "A Treatise on Limnology. I. Geography, Physics, and chemistry". John Wiley & Sons, Inc., New York, (1957), 1015 p.
319. Forro, L., et Metz, H., "Observations on the zooplankton in the reedbelt area of the Neusied-Lersee". *Hydrobiologia.* 145, (1987), 299-307.
320. Bremond, R., Perrondon., "Paramètres de la qualité des eaux ". Ministère de

l'Environnement, Direction de prévention des Pollutions, 2<sup>ème</sup> édition, France (1979), 259p.

321. Belaud, A., "Oxygénation de l'eau en aquaculture intensive". Cépadues-Ed, Collection POLYTECH, (1996), 207p.

322. Schlumberger, O., "Mémento de pisciculture d'étangs". CEMAGREF 4<sup>ème</sup> édition, (2002), 63-237.

323. Trintignac, P., & Kerleo, V., "Impact des étangs à gestion piscicole sur l'environnement", (2004), 17-21.

324. Balvay, G., "Fonctionnement et contrôle du réseau trophique ". In : " la pisciculture en étang " Billard , R., Ed. (1980), 47-79.

325. Billard, R., a. La qualité des eaux et son contrôle. In : "Les carpes, biologie et élevage ". Billard, R., (Ed.), INRA. Publ., Paris (1995), 56-74.

326. Marcel, J., La qualité de l'eau en étang d'alevinage. In : " Les carpes, biologie et élevage ". Billard R. (Ed.), INRA. Publ, Paris (1995), 74-77.

327. Ginot, G., "Modélisation nyctémérale de l'oxygène dissous en étang". Thèse de Doctorat. Univ. Cl. Bernard, Lyon (1990), 1- 154.

328. Droussi, M., "Développement et amélioration des techniques de production des semences des carpes chinoises au Maroc ". Mémoire d'Ingénieur, (1998), 125p.

329. Cerco, C. F., "Measured and modelled effects of temperature, dissolved oxygen and nutrient concentration on sediment-water nutrient exchange". *Hydrobiologia*. 174, (1989), 185–94.

330. Barroin, G., "Gestion des risques. Santé et environnement : le cas des nitrates Phosphore, azote et prolifération des végétaux aquatiques ". [Le Courrier de l'environnement n°48, février \(2003\)](#), 30p.

331. Diren, B.,. "Qualité des cours d'eau. Nitrates (SEQ-EAU) ". Mémento de l'eau (2004).

332. Talling, J.F., and Talling, I.B., "The chemical composition of African lake waters". *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 50 ,(1965), 421-463.

333. Kolo, R.J.,. "The assessment of physico-chemical parameters of Shiroro Lake and its major tributaries". Conf. proceeding of the Fisheries Society of Nigeria (FISON) 13th ann. Report, (1996), 260-268.

334. Adeniji, H.A., Mbagwu, I.G., and Ibikunle, F., "Study of some aspect of water quality of the new Jebba lake and its effect on lake fishery". KLR Annual reports, (1984), 25-31.

335. Adeniji, H.A., Mbagwu, I.G., and Ovie, S.I., "Primary production and biology of Tiga Lake, Kano State, after the introduction of freshwater clupeida". Federal Ministry of Agric. Water resources and Rural development National institute For freshwater fisheries Res, (1997),12-17.
336. Mustapha, M.K., "A pre-impoundement study of the limno-chemical conditions of Oyun lake in Ilori. Kwara state, Nigeria". Africa journal of Applied Zoology and environmental Biology. 5, (2003), 44-48.
337. CIPEL., "Rapport sur l'étude des pollutions d'origine diffuse dans le bassin lémanique". Ed. par Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollution. Lausanne (1988) 119p + annexes.
338. Pinel-Alloul, B., Devaux, J., Amblard, C., Bourdier, G., Marvalin, O., Angeli, N., Gawler, M., Pont, D. "Variations à court terme des compartiments planctoniques d'un lac humique du Bouclier canadien". Revue des sciences de l'eau, vol. 2, n° 4, (1989), 755-775.
339. Balvay, G., et Pelletier, J.P., "Evolution quantitative du plancton durant la phase d'eutrophisation accélérée du lac Léman (Suisse-France)". Verh. Interna. Verein. Limnol., 23 (1), (1988), 474-481.
340. Ozouville, N., "Contributions à l'étude hydro-géochimique du bassin versant de Kaluvelly, Sud-Est de l'Inde". DEA Hydrologie, Hydrogéologie, Géostatistique et Géochimie. Université François-Rabelais. 55p.
341. Martinelli, L. A., Krusche, A. V., Vigoria, R. L., DE Camargo, P. B., Bernardes, M., Ferraz, E.S., DE Moraes, J.M., Ballester, M.V., - "Effect of sewage on the chemical composition of Piracicaba River. Brazil". Water Air Soil Pollut., 110, (1999), 67-79.
342. Swaine M. D., Adomako J., Ameka G., DE Graft-Johnston K. A. A., Cheek M., - "Forest river plants and water quality in Ghana". Aquat. Bot. 85, (:2006), 299-308.
343. Tardat-Henry, M., "Chimie des eaux". Le Griffon 4<sup>ème</sup> Ed .Canada (1992), 537 p.
344. Golterman, H.L., Clymo, R.S., Ohnstad, M.A.M., "Methods for physical and chemical analysis of freshwater". IBP. Manuel n°8 (2<sup>nd</sup>). Blackwell Scientific Publications, Oxford. (1978), 213p.
345. Bates, M.H., et Neafus, N.J.E., "Phosphorus release from sediments from lake Carl Blackwell". Oklahoma water, Research 14, (1980), 1477-1481.
346. Bostrom, B., Anderson, J.M., Flisher, S., Jansson, M., "Exchange of phosphorus across the sediment-water interface". Hydrobiologia. 170, (1988), 229-244.

347. Barbe, J., Camus J.C., Schlumberger, O., "Facteurs de production piscicole en étang et gestion". *Echo-système*. 20, (1991), 3-25.
348. Vivier, P., "Les lacs de barrage artificiel : caractères, types, exploitation piscicole". *J. Intern. D'Etude des Eaux. CEBEDEAU. Liège* .46, (1959), 180-186.
- 349.. Vivier, P., "La vie dans les eaux douces ". *Presses universitaires de France*, (1946).
350. Gasmi, M., Trabilsi, H., Jaouadi, M., and Kadri, A., "Caractérisation géophysique des assises carbonatées de la partie inférieure du zebbag (Albien Terminal – Cénomanién) dans le secteur Maknassy-Mezzouna (Tunisie Centrale) Intérêt hydrogéologique". *WATMED 3, Communication. Tripoli, Lebanon*, (2006), 10 p.
351. Benamar, D., Hadji, F., Allal, F., "Traitement des eaux du bassin hydrographique de la Tafna (N-W Algeria)". *Desalination* 152, (2002), 113–124.
352. Hunter, B.A., et Laws, E.A., "ATP and chlorophyll a as estimators of phytoplankton carbon biomass". *Limnol. Oceanogr.* 26, (1981), 944-956.
353. Berman, T., Stone, L., Yacobi, Y.Z. Kaplan, B., Schlichter, M., Nishri A., & Pollinger, U., "Primary production and phytoplankton in Lake Kinneret - A long-term record (1972-1993)". *Limnol. Oceanogr.* 40, (1995),1064-1076.
354. SEQ Littoral, "Système de classification pour l'évaluation de la qualité des eaux littorales : grilles d'aptitude aux usages et à la biologie". *Contrat MEDD/lfremer n°031-01*, (2002), 27p.
355. Benmia, M., Aouabed, A., "Contribution à l'élaboration d'un modèle de carte de qualité : Cas de la région centre de l'Algérie". 10 p.
356. Caissie, D., "The thermal regime of rivers: a review". *Freshw. Biol.*, 51, (2006), 1389–1406.
357. Webb, B.W., Hannah, D.M., Moore, R.D., Brown, L.E. and Nobilis, F., Recent advances in stream and river temperature research. *Hydrol. Process.*, 22, (2008), 902–918.
358. Nassar, M.Z., "Ecophysiological studies on phytoplankton along the Western coast of Suez Gulf". Philosophy Doctor Thesis, Faculty of Science, Tanta University,( 2000).
359. Nassar, M.Z., and Hamed, M.A., " Phytoplankton standing crop and species diversity in relation to some water characteristics of Suez Bay (Red Sea), Egypt". *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 7 (3), (2003), 25-48.

360. Carvalho, P., Thomaz, S.M., and Bini, L.M., "Effects of temperature on decomposition of a potential nuisance species: the submerged aquatic macrophyte *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae)". *Revista Brasileira de Biologia - Brazilian Journal of Biology*, vol. 65, no. 1, (2005), 767-770.
361. Panosso, R.F., and Kubrusly, L., "Avaliação espacial e temporal das variáveis limnológicas básicas e nutrientes". In: BOZELLI, R., ESTEVES, FA. and ROLAN, F., (Eds.). "*Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico*". Rio de Janeiro: IB-UFRJ; Sociedade Brasileira de Limnologia, (2000), 55-72.
362. Carvalho, P., Bini, L.M., Thomaz, S.M., Oliveira, L.G., Robertson, B., Tavechio, WLG., and Darwisch, A.J., "Comparative limnology of South American floodplain lakes and lagoons". *Acta Scientiarum*, vol. 23, no. 2, (2001), 265-273.
363. Taniguchi, G.A., Bicudo, D.D., and Senna, P.A.C., "Abiotic variables in littoral-limnetic gradient of an Oxbow lake of Mogi-Guacu River floodplain, southeastern, Brazil". *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 47, no. 5, (2004), 961-971.
364. Thomaz, S.M., Bini, L.M., and Bozelli, R.L., "Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems". *Hydrobiologia*, vol. 579, no. 1, (2007), 1-13.
365. Townsend, A.S., "Hydraulic phases, persistent stratification, and phytoplankton in a tropical floodplain lake (Mary River, northern Australia)". *Hydrobiologia*, vol. 556, 1, (2006), 163-179.
366. Godshalk, GL., and Wetzel, RG., "Decomposition of aquatic angiosperms. I. Dissolved components". *Aquatic Botany*, vol. 5, no. 4, (1978), 281-300.
367. Bianchini, J.R.,I. Cunha-Santino, M.B., and Peret, A.M., "Oxygen demand during mineralization of aquatic macrophytes from an oxbow lake". *Revista Brasileira de Biologia - Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, 1, (2008), 61-67.
368. Cunha-Santino, M.B., Gouvêa, S.P., Bianchini Jr., I. and Vieira, A.A.H., "Oxygen uptake during mineralization of photosynthesized carbon from phytoplankton of the Barra Bonita Reservoir: a mesocosm study". *Revista Brasileira de Biologia - Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, 1, (2008), 115-122.
369. Nayak, B.K., Acharya, B.C., Panda, U.C., Nayak, B.B et Acharya, S.K., "Variation of water quality in Chilika, Orissa". *Indian Journal of Marine Sciences*. 33 (2), (2004), 164-169.

370. Sunitha, V., Sudarshan, V., and RajeswaraReddy, B., "Hydrogeochemistry of ground water, Gooty area, AndhraPradesh". *Poll. Res.* 24(1), (2005), 217-224.
371. Dash, JR., Dash, PC., and Patra, HK., "A correlation and regression study on the water quality in rural areas around Angul-Talcher industrial zone". *Indian J, Environ. Prot.*, 26(6), (2006), 550-558.
372. Usharani, K., Umarani, K., Ayyasamy, P.M., Shanthi, K., Lakshmanaperumalsamy, P., "Physico-chemical and bacteriological characteristics of Noyyal river and ground water quality of Perur, India". *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 14(2), (2010), 29-35
373. Chauhan, A., Pawar, M., and Showkat, A ., "Water quality status of Golden Key Lake in Clement Town, Dehradun, Uttarakhand". *Journal of American Science*; 6 (11),(2010).
374. Venkatasubramani, R., Meenambal, T., "Study of sub-surface water quality in Mattupalayam Taluk of Coimbatore district Tamil Nadu". *Nat. Environ. Poll. Tech*, 6, (2007). 307-310.
375. Dagaonkar, A., Saksena, DN., "Physico-chemical and Biological characterization of a temple tank, Kaila Sagar, Gwalior, Madhya Pradesh". *J. Hydrobiol.* 8(1), (1992), 11-19.
376. Figala, J., et Hanak, P., "Nauka o zivotnim prostredi Praha: Vysoka skola zemedelska Praha". Videopress MON, (1986), 63-79.
377. Diaz, O.A., Reddy, K.R., and Moore, Jr.P.A., "Solubility of inorganic phosphorus in stream water as influenced by pH and calcium concentration". *Wat. Res.*, 28 (8), (1994), 1755-1763.
378. Abdallah, R.R., Zaghloul, F.A., Hassan, Y.A., and Moustafa, H.M., "Some water quality characteristics of El-Dekhaila Harbour, Alexandria". *Egyptian Bulletin of National Institute of Oceanography & Fisheries, A.R.E.*, 21(1), (1995), 85-102.
379. Gharib, S.M., "phytoplankton community structure in Mex Bay, Alexandria". *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries* 2(3), (1998), 81-104.
380. Abdalla, R.R., Samaan, A.A., and Ghabrial, M.G., "Eutrophication in Lake Mariut Bull". *Nat. Ins. Oceanogr. and Fish, ARE* , 17 (1), (1991),157–166.
381. Wetzel, R. G., "Limnology". New York: Saunders Publishing, (1983), 767p.

382. Wetzel R.G., "*Limnology: Lake and River Ecosystems*". Third edition. Academic Press, San Diego, London, (2001), 1006 p.
383. Thomaz, S.M., Lansac-Tôha, F.A., Roberto, M.C., Esteves, F.A., and Lima, A.F., "Seasonal variation of some limnological features of lagoa do Guaraná, a várzea lake of the High Rio Paraná, State of Mato Grosso do Sul, Brazil". *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, vol. 25, no. 4, (1992), 269-276.
384. Segers, H., Nwadiaro, C.S., et Dumont, H.J., "Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger (Imo State, Nigeria) II". Faunal composition and diversity. *Hydrobiologia*, 250, (1993), 63-71.
385. Shiel, R. J., Green, J. D., et Nielsen, D. L., "Floodplain biodiversity: why are there so many species?". *Hydrobiologia* 387/388, (1998), 39–46.
386. Bonecker, C.C., et Lansac-Tôha, F.A., "Community structure of rotifers in two environments of the upper River Paraná floodplain (MS)-Brazil". *Hydrobiologia* 325, (1996), 37–150.
387. Sharma, B.K., "Rotifer communities of floodplain lakes of the Brahmaputra basin of lower Assam (N.E. India): biodiversity, distribution and ecology". *Hydrobiologia* 533, (2005) 209–221.
388. Sharma, B.K., et Sharma, S., "Biodiversity of Rotifera in some tropical floodplain lakes of the Brahmaputra river basin, Assam (N. E. India)". *Hydrobiologia* 446 / 447, (2001), 305-313.
389. Straskrabová, V., and Talling, J.F (eds.), "Proceedings of the Second International Conference on Reservoir Limnology and Water Quality". *Arch. Hydrobiol.* 40, (1994), 1-204.
390. Torres-Orozco, R.E., and Zanatta, Y.S.A., "Species composition, abundance and distribution of zooplankton in a tropical eutrophic lake: Lake Catemaco, Mexico". *Rev. Biol. Trop.* 46, (1998), 285-296.
391. Devetter, M., and Sed'a, J., "Rotifer fecundity in relation to components of microbial food web in a eutrophic reservoir". *Hydrobiologia* 504, (2003), 167-175.
392. Nandini, S., Sarma, S.S.S., and Ramírez-García, P. "Seasonal variations of zooplankton from a drinking water reservoir (Valle de Bravo) in Mexico". In: "Advances in fish and wildlife ecology and biology", Ed. B.L. Kaul, Vol. 4. Daya Publishing House, Tri Nagar, Delhi, India(2007), 75-86,
393. Dussart, B. & D. Defaye, "World directory of the Crustacea Copepoda of inland waters". I—Calaniformes., (2002), 1-276. (Backhuys Publishers, Leiden).

394. Dussart, B. & D. Defaye, "World directory of Crustacea Copepoda of Inland waters". II—Cyclopiformes., (2006), 1-354. (Backhuys Publishers, Leiden).
395. Alonso, M., "Anostraca, Cladocera and Copepoda of Spanish saline lakes". *Hydrobiologia*, 197, (1990), 221-231.
396. Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., & Perenno, C., "Les mares temporaires méditerranéennes, 1. Enjeux de conservation, fonctionnement et gestion ". Station biologique de la Tour du Valat, France (2004), 1-122.
397. Samchyshyna, L.V., "Ecological characteristic of calanoids (Copepoda, Calanoida) of the inland waters of Ukraine". *Vestn. Zool.*, 42 (2),( 2008), 32-37.
398. Margalef, R., "Estudios sobre la vida en las aguas continentales de la region endorreica manchega ". *Publ. Inst. Biol. apl.*, 4, (1947), 5-51.
399. Vivier, P., "Note sur les eaux douces du Maroc et sur leur mise en valeur ". *Bull. Français Pisciculture*, 150, (1948), 5-27.
400. Dumont, H.J., & Decraemer, W., "On the continental copepod fauna of Morocco". *Hydrobiologia*, 52, (1977), 257-278.
401. Dussart, B., "Crustacés Copépodes Calanoïdes des eaux intérieures africaines". *Crustaceana*, Suppl. 15, (1989), 205 p.
402. Ramdani, M., "Ecologie des Crustacés 'Copépodes, Cladocères et Ostracodes' des mares temporaires marocaines". Thesis, University of Marseille I, (1986), 1-217.
403. Ramdani, M., "Les eaux stagnantes du Maroc: études biotypologiques et biogéographiques du zooplancton". *Trav. Inst. sci. Chérifien, Zool.* 43, (1988), 1-40.
404. Ramdani M, Champeau A and Pont D., "Le genre *Diaptomus* (Copépodes, Diaptomidés) au Maroc". *Bull Inst Sci Rabat* 13, (1989), 99–104
405. Cruz-Pizarro , L., Reche, I., et Carrillo, P., "Plankton dynamics in a high mountain lake (Las Yeguas, Sierra Nevada, Spain). Indirect evidence of ciliates as food source for zooplankton". *Hydrobiologia* 274, (1994), 29-35.
406. Marrone, F., & Naselli-Flores. L., "First record of a representative of the subfamily Paradiaptominae (Copepoda Calanoida Diaptomidae)" in: " Italy: *Metadiaptomus chevreuxi*", Guerne & Richard, 1894, *J. Limnol.*, 64, (2005), 89-92.
407. Dussart, B. H., & Gras, R., "Faune planctonique du Lac Tchad. I. Crustacés Copépodes ". *Cah. ORSTOM, Océanogr.* 4 (3), (1966), 77-91.

408. Mouelhi, S., Balvay, G., & Kraiem, M.M., "Branchiopodes (Cténopodes et Anomopodes) et Copépodes des eaux continentales d'Afrique du Nord: inventaire et biodiversité". *Zoosystema*, 22 (4), (2000), 731-748.
409. Dussart, B., "Remarques sur le genre *Cyclops* s.str". *Crust. Cop., Hydrobiologia*, 10, (1958), 263-292.
410. Nilsen, P., "Life cycle of 2 *Cyclops* (Crustacea, Copepoda) population with insual Diapauses and reproduction characteristics". *Arch. Hydrobiologia*. 122 (3), (1991), 323-334.
411. Lindberg, K., "Le groupe *Cyclops rubens* (syn. *C. strenuus*). Révision du genre *Cyclops* s. str". O. F. Müller, (1770), Gleerup, Lund, (1957), 1-335..
412. Alekseev, V. R., Dumont, H. J., Pensaert, J., Baribwegure, D., & Vanfleteren, J. R., "A redescription of *Eucyclops serrulatus* ,Fischer, (1851) ,Crustacea: Copepoda: Cyclopoida, and some related taxa, with a phylogeny of the *E. serrulatus*-group. *Zool". Scr.*, 35 (2), (2006), 123-147.
413. Datry, T., Hervant, F., Malard, F., Vitry, L., & Gibert, J., "Dynamics and adaptive responses of invertebrates to suboxia in contaminated sediments of a stormwater infiltration basin". *Arch. Hydrobiol.*, 156, (2003). 339-359.
414. Maier, G., "*Metacyclops minutus* (Claus, 1863) — population dynamics and life history characteristics of a rapidly developing copepod". *Intern. Revue ges. Hydrobiol.*, 77, (1992), 455-466.
415. Turki, S., & El Abed, A., "Nouvelles informations sur les Copépodes Calanoïdes et Cyclopoïdes des eaux continentales tunisiennes". *Crustaceana*, 72 (2), (1999),157-169.
416. Defaye, D., "Contribution à la connaissance des Crustacés Copépodes d'Ethiopie". *Hydrobiologia.*, 164, (1988), 103-147.
417. Duchovnay, A. D., Reid, J. W., & Mcintosh, A., "*Thermocyclops crassus* (Crustacea: Copepoda) present in North America: a new record from Lake Champlain". *Journ. Great Lakes Res.*, 18, (1992), 415-419.
418. Dumont, H. J., "*Scapholeberis aurita*" (S. Fischer, 1849) Hellich, 1877 (Crustacea: Cladocera) en *Thermocyclops dybowskii* (Landé, 1890) Kiefer, 1927 (Crustacea: Copepoda) in België. *Biol. Jaarb. Dodonaea*, 34, (1966), 85-93.
419. Maier, G., "The seasonal dynamics of *Thermocyclops dybowskii*". in: a small pond (Copepoda, Cyclopoida), Lande, (1890). *Crustaceana*, 59, (1990), 76-81.
420. Monteiro, M. T., "Zooplanktonic communities from southern Portuguese reservoirs". Ph.D. Thesis, Inst. Nac. Invest. Pescas, Lisboa, (1988), 1-258.

421. Crispim, M. C., "Study of the impact of Maranhão reservoir emptying on zooplankton community". Main biotic relationships involving cladocerans, Ph.D.Thesis, University of Lisboa, (1997), 1-183.
422. Lescher-Moutoué, F., "Sur la biologie et l'écologie des Copépodes Cyclopidés hypogés (Crustacés)". *Ann. Spéleol.*, 28 (4), (1973), 581-674.
423. Reid, J. W., "Semiterrestrial meiofauna inhabiting a wet campo in central Brazil, with special reference to the Copepoda (Crustacea)". *Hydrobiologia*, 118, (1984), 95-111.
424. Armengol, J., "Colonization of Spanish reservoirs by planktonic crustaceans and evolution of reservoir communities". *Oecol. Aquat.*, 4, (1980), 45-70.
425. Lindberg, K., "Cyclopoïdes (Crus., Cop.) du Tassili des Ajjer (Sahara central)". *Missions scientifiques au Tassili des Ajjer (1949)*, *Trav. Inst. Rech. Sahara*, 1, (1953), 55-64.
426. Hamaidi, F., Defaye, D., et Semroud, R., "Copepoda of algerian fresh waters: checklist, new records, and comments on their biodiversity". *Crustaceana* 83 (1), (2010), 101-126.
427. Remane, A., (1929-1933), "Aschelminthes: Rotatoria", in H. G. Bronn (ed.) *Klassen und Ordnungen des Tierreichs 4: Vermes, Abt. 2: Aschelminthen*, Buch 1: *Rotatorien, Gastrotrichen und Kinorhynchen* (Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft) 1 (1- 160: 1929). 2 (161-288: 1932) , 3: (289-448: 1932), 4: (449-576: 1933).
428. Segers H., "Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution". *Zootaxa*, 1564, (2007), 1-104.
429. Guiset A., "*Stomach contents in Asplanchna and Ploesoma*". *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 8, (1977), 126-129.
430. Gilbert, J.J., "Female polymorphism and sexual reproduction in the rotifer *Asplanchna*: evolution of their relationship and control by dietary tocopherol". *Am. Nat.* 116, (1980), 409-431.
431. Margalef, R., "Estudios sobre la rida en las aguas continentales de la region endorreica manchega". *P. Inst. Biol. Apl.* 4, (1947), 5-51.
432. Margalef, R., " Contribucion a1 estudio de la fauna de las aguas dulces del Noroeste de España ". *P. Inst. Biol. Apl.*, 21, (1955), 137-171.
433. Pejler B., "Zooplanktic indicators of trophy and their food". *Hydrobiologia*, 101, (1983) 111-114.

434. Pejler, B. & Berzins, B., "On choice of substrate and habitat in brachionid rotifers". *Hydrobiologia*. 186/187, (1989), 137-143.
435. Starling, F.L.R.M., "Comparative study of the zooplankton composition of six lacustrine ecosystems in Central Brazil during the dry season". *Rev. Brasil. Biol.*, 60(1), (2000), 101-111.
436. Pourriot, R., "Food and feeding habits of Rotifera". *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 8, (1977), 243-260.
437. Berzins, B., "Revision der Gattung *Anuraeopsis* Lauterborn (Rotatoria)". *K. Fysiogra. Sällsk. Lund. Forh.*, 32, (1962), 33-47.
438. Pourriot, R., "Relations prédateur-proies chez les rotifères: Influence du prédateur (*Asplanchna brightwelli*) sur la morphologie de la proie (*Brachionus bidentata*)". *Ann. Hydrobiol.*, 5, (1974), 43-55.
439. Braioni, M.G., Gelmini, D., "Giude per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane". Consiglio Nazionale delle Ricerche Ed. Rotiferi monogoniti. N.23. in Italian, (1983).
440. De Manuel Barrabin, J., "The rotifers of Spanish reservoirs: ecological, systematical and zoogeographical remarks". *Limnetica* 19, (2000). 91-167.
441. Margalef, R., Planas, D., Armengol, J., Vidal, A., Prat, N., Guiset, A., Toja, J., & Estrada, M., "*Limnologia de 10s embalses españoles*". Dir. Gral. Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas, Public n. 123, Madrid (1976), 422 + 85 p.
442. Koste, W., & Shiel, R.J., "Rotifera from Australian inland waters. 11. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta)". *Invert. Taxon.*, 1, (1987), 949-1021.
443. Gilbert, J.J., "*Asplanchna* and postero-lateral spine production in *Brachionus calyciflorus*". *Arch. Hydrobiol.*, 64 (1), (1967), 1-62.
444. Rudescu, L., "Fauna Republicii Populare Romîne. Trochelminthes, Volumul II, Fascicula II, Rotatoria". Editura Academiei Republicii Populare Romîne, 1, Gallagher, (1960), 192 p.
445. Paranaguá, M. N., "Zooplankton of the Suape area (Pernambuco-Brazil)". *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE*, 19, (1986), 113-124.
446. Neumann, V. H., Medeiros, C., Parente, L., Neumann-Leitão, S., and Koenig, M. L., "Hydrodynamism, sedimentology, geomorphology and plankton changes at Suape area (Pernambuco -Brazil) after a port complex implantation". *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70 : (2), (1998), 313-323.

447. Matsumura-Tundisi, T., Neumann-Leitão, S., Agüena, L. S., & Miyahara, J., "Eutrofização da represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotifera". *Rev. Bras. Biol.*, v. 50, n. 4, (1990), 923-935,
448. Dabés, M. B. G. S., "Composição e descrição do zooplâncton de 5 (cinco) lagoas marginais do rio São Francisco, Pirapora/ Três Marias/ Minas Gerais/ Brasil". *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 55, n.4, (1995), 831-845,
449. Koste, W., and Shiel, R., "Morphology, systematics and ecology of new monogonont rotifers from the Alligator rivers region, Northern Territory". *Tr. Royal. Soc. South. Australia.* 107, (1983), 109-121.
450. Edmondson, W.T., et Litt, A.H., "Morphological variation in *Kellicottia longispina*". *Hydrobiologia*, 186/187, (1989), 109-117.
451. Miracle, M.R., & Vicente, E., "Vertical distribution and rotifer concentrations in the chemocline of meromictic lakes". *Hydrobiologia*, 104, (1983), 259-267.
452. Vasquez, E. *et al.* "Variaciones morfológicas del rotífero *Keratella americana* (Carlin, 1943) de una laguna de inundación del río Orinoco, Venezuela". *Rev. Hydrobiol. Trop.*, v.24, n.2, Paris, (1991), 83-90.
453. Reid, J. W., Turner, P. N., "Planktonic Rotifera, Copepoda and Cladocera from Lagos Açú and Viana, state of Maranhão, Brazil". *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 48, n.3, (1988), 485-495.
454. Sampaio, E. V., Lopez, C. M., "Zooplankton community composition and some limnological aspects of an oxbow lake of the Paraopeba River, São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil". *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 43, (2000), 285-293.
455. Sousa, L. C. A., "de. Diversidade da comunidade zooplanctônica em diferentes lagos de várzea na bacia Amazônica, Amazonas-Brasil". *Dissertação (Mestrado)*, INPA/UFAM, Manaus, (2003).
456. Boon P. I., & Shiel R. J., Grazing on bacteria by zooplankton in Australian billabongs. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 41, (1990), 247-57.
457. Stemberger, R.S., & Gilbert, J.J., "Spine development in the rotifer *Keratella cochlearis*: induction by cyclopoid copepods and *Asplanchna*". *Fresh. Biol.*, 14, (1984), 639-647.
458. Koste, W., & SHIEL, R.J., "Tasmanian rotifera: affinities with the Australian fauna". *Hydrobiologia*, 147, (1987b), 31-43.
459. Ahlstrom, E.H., A revision of the rotatorian genus *Keratella* with descriptions of three new species and five new varieties. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 80, (1943), 411-57.

460. Nipkow, E., Die Radertiere im Plankton des Zurichsees und ihre Entwicklungsphasen. *Ibid.* 23, (1961), 398-461.
461. Derry, A. M., Hebert, P. D. N., and Prepas, E. E., "Evolution of rotifers in saline and subsaline lakes: A molecular phylogenetic approach". *Limnology and Oceanography* 48, (2003), 675-685.
462. Pejler, B., "On the global distribution of the family Brachionidae (Rotatoria)". *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 53, (1977), 255-306.
463. Dumont, H.J., "Biogeography of rotifers". *Hydrobiologia*, 104, (1983), 19-30.
464. Catalan, J., "Aproximación a la composición y organización del Neuston". *Oecologia Aquatica* 8, (1986), 25-38.
465. Coussement, M., & Dumont, H.J., "Some peculiar elements in the rotifer fauna of the Atlantic Sahara and of the Atlas Mountains". *Hydrobiologia*, 73, (1980), 249-254.
466. Margalef, R., "a Notas sobre algunos rotíferos". *P. Inst. Biol. Apl.*, 4, (1948a), 136-143.
467. Pejler, B., "Taxonomic notes on some planktic fresh-water rotifers". *Zool. Bidr: Uppsala*, Bd 35, (1962), 307-319.
468. Miracle, M.R., "Distribución en el espacio y el tiempo de las especies de zooplancton del lago de Banyoles". *Monografías del ICONA*, 5, (1976), 270 pp.
469. Guiset, A., ". Some data on variation in three planktonic genera". *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 8, (1977 b), 237-239.
470. Neumann-Leitao, S., Souza, F. B. V. A., "Rotíferos (Rotatoria) planctônicos do Açude de Apipucos, Recife, Pernambuco". *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, v. 30, (1987), 393-418.
471. Duggan, I.C., Green, J.D., and Shiel, R.J., "Distribution of rotifers in North Island, New Zealand, and their potential use as bioindicators of lake trophic state". *Hydrobiologia* 446/447, (2001), 155-164.
472. De Ridder, M., "Recherches sur les rotíferes des eaux saumâtres. VIII Quelques rotíferes des Marismes espagnoles". *Hydrobiologia*, 20 (1), (1962), 92- 109.
473. Bartos, E., " Rotatoria". *Fauna C.S.R.* 15, (1959), 1-969.

474. Koste, W., & Shiel, R.J., "Rotifera from Australian inland waters, VII. Notommatidae (Rotifera: Monogononta)". *Trans. R. Soc. S. Aust.*, 115 (3), (1991), 111-159.
475. Arora J., & Mehra N.K., "Species diversity of planktonic and epiphytic rotifers in the backwaters of the Delhi Segment of the Yamuna River, with remarks on new records from India". *Zoological studies*, 42, 2, (2003), 239-247.
476. Popovska-Stanković, O., "Zooplanktonot na Dojranskoto Ezero. Posebno izdanje". Prirodnaučen muzej na Makedonija. No 9, Skopje, (1990), 7-124,
477. Bozkurt, A., et Göksu M. Z. L., "composition and vertical distribution of rotifera in Aslantas dam lake (OSMANIYE TURKEY)". *Journal of FisheriesSciences.com*. 4(1), (2010), 38-49.
478. Pennak, R., "Structure of zooplankton populations in the littoral macrophyte zone of some Colorado lakes". *Tr. Am. Micr. Soc.* 85, (1966), 329-349.
479. Margalef, R., " b. Flora, fauna y comunidades bidticas delas aguas dulces del Pirineo de la Cerdaia". *Monografas de la Estacidn de Estudios Pirenaicos, no 11, Biologiu-2*, (1948 b), 226p.
480. Morales-Baquero, R., "Rotifer fauna of lakes and ponds over 2500 m above sea level in the Sierra Nevada, Spain, with description of a new subspecies". *Hydrobiologia*, 147, (1987), 97-101.
481. Matsubara, T., "Rotifer community structure in the south basin of Lake Biwa". *Hydrobiologia*, 271, (1993), 1-10.
482. Ustaoglu, R., "A Check-list for Zooplankton of Turkish inland waters". *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, (2004), 191-199.
483. Pejler, B., et Berzins, B., On the ecology of mire rotifers. *Limnologica*. 23, (1993), 295-300.
484. Riemann, O., Martínez Arbizu, P., and Kieneke, A., "Organisation of body musculature in *Ecentrum mucronatum* Wulfert, (1936), *Dicranophorus forcipatus* (O. F. Müller, (1786) and in the ground pattern of *Ploima* (Rotifera: Monogononta)". *Zoologischer Anzeiger* 247, (2008), 133–145.
485. Carlin, B., " Die Planktonrotatorien des Motalastrom". *Medd. Lunds Univ. Limnol. Inst.* 5, (1943), 1-256.
486. Koste, W., et Shiel, R.J., "a. Rotifera from Australian inland waters. 111. Euchlanidae, Mytilinidae & Trichotriidae". *Trans. R. Soc. S. Aust.* 113, (1989a), 85-114.

487. Berzins, B., (1980) in Koste, W., & Shiel, R.J., "a. Rotifera from Australian inland waters. 111. Euchlanidae, Mytilinidae & Trichotriidae". *Trans. R. Soc. S. Aust.* 113, (1989), 85-114.
488. Koste, W., et Terlutter, H., "Die Rotatorienfauna einiger Gewässer des Naturschutzgebietes Heiliges Meer im Kreis Steinfurt". Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen Band 27, S, (2001), 113–177,
489. Koste, W., et Shiel, R.J., "a. Rotofera from Australian inland waters V. Lecanidae (Rotifera Monogononta)". *Trans. R. Soc. S. Aust.* 114 (1), (1990a), 1-36.
490. De Ridder, M., "Contributions to the knowledge of African rotifers: Rotifers from Mauritania (W.Africa)". *Hydrobiologia*, 150, (1987), 123-131.
491. Bidwell, A., Clarke, NV., "The invertebrate fauna of Lake Kainji, Nigeria". *The Nigerian Field*, 42, (1977), 104-110.
492. Bailey, R.G., Churchfield, S., & Pimm, R., "Observations of the zooplankton and littoral macro-invertebrates of Nyumba ya Mungu reservoir". *Biol. J. Linn. Soc.*, 10, (1978), 93-107.
493. Green, J., "Horizontal variations in associations of zooplankton in lake". *Kariba. J. Zool.*, London, 206, (1985), 225-239.
494. Stemberger, R.S., et Gilbert, J.J., "Defenses of planktonic rotifers against predators". In: "Predation: Direct and Indirect Impacts on Aquatic Communities" ,Eds Kerfoot, W.C., & Sih, A., University Press of New England, Hanover, New Hampshire, (1987), 227–239.
495. Berzins, B., "Contributions to the knowledge of Rotatoria of Australia". *offset. Lund.*, 1, (1982), 1-35.
496. Tasevska, O., Kostoski, G., et Guseste, D., "Rotifers Based Assessment of the Lake Dojran Water Quality". BALWOIS, Ohrid, Republic of Macedonia , May (2010), 25- 29.
497. Pourriot, R., " Note sur quelques Trichocerca (Rotifères) et leurs régimes alimentaires". *Annls Hydrobiol. INRA*, 1, 2, (1970), 155-171.
498. Koste, W., Ein Rädertier des Hochmoores: *Notommata arndti*. – *Mikrokosmos* 61, (1972), 269-273.
499. Koste, W., & Shiel, R.J., "Tasmanian rotifera: afinities with the australian fauna". *Hydrobiologia*, 147, (1987b), 31-43.
500. Shiel, R.J., and Koste, W., "Rotifers recorded from Australia". *Roy. Soc. South. Austr. Trans.* 103:Pt. 3, (1979), 57-68.

501. Segers, H., "A biogeographical analysis of rotifers of the genus *Trichocerca* Lamarck, 1801 (Trichocercidae, Monogononta, Rotifera), with notes on taxonomy". *Hydrobiologia*, 500, (2003), 113–114.
502. Coulter, G. W., (ed.), "Lake Tanganyika and its Life". Natural History Museum & Oxford University Press, London, (1991), 354 p.
503. Baloch, W. A., "Occurrence of planktonic communities in River Indus at Kotri barrage, Sindh, Pakistan". Proc., Zool., Congress, (2000).
504. Baloch, W. A., and Soomro, A.N., "Rotifers of the adjacent areas of Hyderabad, Sindh". Pak. J. Zool., 36 (4), (2004), 319-322.
505. Kutikova, L. A., "Rotifers . The Fauna of the USSR". L. izd . 'Nauke', (1970), 744p.
506. De Ridder, M., & Segers, H., "Monogonont Rotifera recorded in the World literature (except Africa) from 1960 to 1992". Studiedocumenten van het KBIN, 88, Brussels, Belgium, (1997), 481 pp.
507. Fernando, C.H., "The species and size composition of tropical freshwater zooplankton, with special reference to the Oriental Region (South East Asia)". *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrogeographie*, 65, (1980), 411–425.
508. Arcifa, M. S., "Zooplankton composition of ten reservoirs in southern Brazil". *Hydrobiologia* 113, (1984), 137-145.
509. Sendacz, S., "A study of the zooplankton community of Billings Reservoir- Sao Paulo". *Hydrobiologia* 113, (1984), 113-127.
510. Egborge, A. B. M., & Chigbu, P., "The Rotifers of Ikpoba River, Bendel State". *The Nigerian Field* 53, (1988), 117-132.
511. Akinbuwa, O., & Adeniyi, I.F., "The Rotifera fauna of Opa Reservoir, Ile-Ife, Nigeria". *J. Afr. Zool.*, 105, (1991), 383-391.
512. Segers, H., "Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger, I. New species and other taxonomic considerations". *Hydrobiologia*, 250, (1993), 39-61.
513. Pejler, B., and Berzins, B., "On the ecology of *Lecane* (Rotifera)". *hydrobiologia* 273, (1994), 77–80.
514. Segers, H., "The Lecanidae (Monogononta)". In: "Rotifera 2", Nogrady, T., (Ed.), In: "Guides to the Identification of the Continental Waters of the World 6", Dumont, H.J., (Ed.), SPB Academic, The Hague, The Netherlands, (1995a), 226 p.

515. Segers, H., "World records of Lecanidae (Rotifera: Monogononta)". Studiedocumenten van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, 81, (1995b), 114p.
516. Saunders-Davies, A.P., "Horizontal distribution of plankton rotifers *Keratella cochlearis* (Bory de St. Vincent) and *Polyarthra vulgaris* (Carlin) in a small eutrophic lake". *Hydrobiologia*, 186 (187), (1989), 153-156.
517. Preissler, K., "Field experiments on the optical orientation of pelagic rotifers". *Hydrobiologia* 73, (1980), 199–203.
518. De Smet, W.H., "A review of the marine and brackishwater species of *Testudinella* (Rotifera: Monogononta, Testudinellidae), with the description of two new species". *Zootaxa*, 2092, (2009), 1-20.
519. De Paggi, S., & Koste, W., "Additions to the checklist of rotifers of the superorder Monogononta recorded from Neotropis". *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 80, (1995), 133-140.
520. Pejler, B., and Berzins, B., "On the ecology of *Cephalodella*". *Hydrobiologia*, 259, (1993a), 125-128.
521. Baribwegure, D., and Segers, H., "Rotifera from Burundi: The Lepadellidae (Rotifera : Monogononta)". *Hydrobiologia* 446, (2001), 247-254.
522. Lopez, C., Ochoa, E., "Algunos rotíferos de la Peninsula de Paraguaná, Venezuela". *Act. Cient. Ven.* v. 45, (1994), 214-217.
523. Medina-Junior, P. B., "Structure and diversity of the zooplankton community in natural lakes of the Pantanal of Nhecolândia-MS. 2000". Dissertação (Mestrado) – Escola de engenharia de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, (2000).
524. Lucinda, I., "Composicao de fauna de Rotifera em pequenos corpos d'aguas do municipio de Sao Carlos, SP". Saq Carlos, UFScar, Monografia, (2001), 125p.
525. Segers, H., "Zoogeography of the Southeast Asian Rotifera". 446/447, (2001), 233-246.
526. Pejler, B., and Berzins, B., "On the ecology of Trichocercidae (Rotifera)". *Hydrobiologia*, 263, (1993 b), 55-59.
527. Esteves, FA. et Barbieri, R., "Dry weight and chemical changes during decomposition of tropical macrophytes in Lobo reservoir- São Paulo, Brazil". *Aquat. Bot.*, vol. 16, no. 3, (1983), 285-295.
528. Pieczynska, P., "Littoral habitats and communities". In: "Guidelines of Lake Management. Lake shore management. International Lake Environment Committee". JORGENSEN, SE., and LÖFFLER, H. (Eds.), United Nations Environment Programme. (1990), 39-72.

529. Rocha, O., Sendacz, S. et Matsumura-Tundisi, T., "Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs in Brazil". In: " *Limnology in Brazil*". TUNDISI, JG., BICUDO, CEM., and MATSUMURA-TUNDISI, T., (Eds.), Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. (1995), 151-166.
530. Santos, AM. et Esteves, FA., " Primary production and mortality of *Eleocharis interstincta* in response to water level fluctuations". *Aquat. bot.*, vol. 74, no. 3, (2002), 189-199.
531. Park, G. S., & Marshall, H. G., "The trophic contributions of rotifers in tidal freshwater and estuarine habitats". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51, (2000a), 729-742.
532. Tavernini, S., Fratta, E., Sartore, F., & Rossetti, G., "Distribution and ecology of calanoid species in relation to morphometric and chemical characteristics of lakes and ponds of the northern Appennines (Italy)". *J. Limnol.*, 62(1), (2003), 28-34.
533. Matsumura-Tundisi, T., & Tundisi, J. G., "Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoir of S˜ao Paulo state (Brazil) in the last twenty years". *Hydrobiologia*, 504, (2003), 215-222.
534. Williamson, E.C., "Copepoda". In: "Ecology and classification of North American freshwater invertebrates" Thorp, J.H., & Covich, A.P., (Eds). Academic Press, Inc., New York, USA, (1991), 787–822.
535. Esteves, FA., " Fundamentos de limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro, Interciencia, (1998), 602p.
536. [Pinto-Celho, R.M., Pinel-Alloul, B., Méthot, G., and Havens, K., "Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variations with trophic status". \*Can. J. Fish. Aquat. Sci.\*61, \(2005\), 348-361.](#)
537. Wetzel, R. G. & Likens, G. E., "Limnological Analyses". 2 nd ed. Springer-Verlag, New York, (1991), 391 p.
538. Nogueira, M.G., George, D.G., & Jorcin, A., "Estudo do zooplâncton em zonas litorˆneas lacustres: um enfoque metodolˆgico". In *Ecˆtonos nas interfaces dos ecossistemas aquˆticos* (R. Henry, org.) Rima, S˜ao Carlos, (2003), 81-126.
539. Strařkraba, M., & Tundisi, J. G., " Gerenciamento da qualidade da ˆgua de represas". Diretrizes para o gerenciamento de lagos, v. 9. S˜ao Carlos : ILEC/IIE, (2000).
540. Starling, F. L. R. M., "Comparative study of the zooplankton composition of six lacustrine ecosystems in Central Brazil during the dry season". *Rev. Bras. Biol.*, 60, (2000), 101-111.

541. Crist, L.W., "Seasonal and Spatial Variability of the Macrocrustacean Community in Lake Texoma, Texas and Oklahoma [MSc thesis]". Denton (TX): North State University Texas, (1980), 102 p.
542. Threlkeld, ST., "Water renewal effects on reservoir zooplankton communities". *Can Water Res J* 7(1), (1982), 151-167.
543. Dirnberger JM., Threlkeld, ST., "Advective effects of a reservoir flood on zooplankton abundance and dispersion". *Freshwat Biol*, 16, (1986), 387-396.
544. Bouzidi, M.A., Amar, Y., Attaoui, I., Latrèche, A., Benyahia, M., Bouguenaya, N., Meliani, H., "Copépodes, cladocères et rotifères du lac Sidi M'hamed Benali (Algérie nord occidentale)". *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, volume IV, (2010), 69-85.
545. Brooks et Dodson, S. I., "Predation, body size, and composition of the plankton". *Science* 150, (1965), 28-35.
546. Pennak, R.W., "Fresh-water invertebrates of the United States: protozoa to mollusca". 3rd Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, (1989).
547. Repsys, A.J., and Rogers, G.D., "Zooplankton studies in the channelized Missouri River". *In: "The middle Missouri River: a collection of papers on the biology with special reference to power station effects"*, Hesse, L.W., Hergenrader, G.L., Lewis, H.S., Reetz, S.D., and Schlesinger, A.B., editors River Study Group, Norfolk, Nebraska, Missouri, (1982), 125-144
548. Dodson, S.I., "Zooplankton competition and predation: an experimental test of the size-efficiency hypothesis". *Ecology* 55, (1974), 605-613.
549. Gilbert, J.J., "Suppression of rotifer populations by *Daphnia*: a review of the evidence, the mechanisms, and the effects on zooplankton community structure". *Limnology and Oceanography* 33, (1988), 1286-1303.
550. Imoobe, T.O.T., et Adeyinka, M.L., "Zooplankton-based assessment of the trophic state of a tropical forest river in Nigeria". *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 61 (4), (2009),733-740,
551. Devries, D.R., and Stein. R.A., "Complex interactions between fish and zooplankton: quantifying the role of an open-water planktivore". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49, (1992), 1216-1227.
552. Neill, W.E., "Regulation of rotifer densities by crustacean zooplankton in an oligotrophic montane lake in British Columbia". *Oecologia* 61, (1984), 175-181.

553. Vásquez, E., & Rey, J., "A longitudinal study of zooplankton along the lower Orinoco River and its Delta (Venezuela)". *Ann.Limnol.*, 25, (1989), 107-120.
554. Paggi, J.C., & José de Paggi, S.B., "Zooplankton of the lotic and lentic environments of the middle Paraná River". *Acta Limnol.*, 3, . Brazil, (1990), 685-719.
555. Sampaio, E.V., Rocha, O., Matsumura Tundisi T., and Tundisi, J.G., "Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil". *Journal Biology*, 62(3), Brazil, (2002), 525-545
556. Neves, I.F., Rocha, O. Roch, K.F., et Pinto, A.A., "Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cauba (Mato Grosso, Brazil) with analysis of rotifera and cladocera diversity Brazil". *Journal of Biology*, 63(3), (2003), 329-343
557. Matsumura-Tundisi, T., Neumann-Leitao, S., Aguenta, LS. et Miyahara, J., "Eutrofização de Represa de Barra Bonita. Estrutura e organização da comunidade de rotifera". *Rev. Brasil. Biol. = Braz. J. Biol.*, vol. 50, no. 4, (1990), 923-935.
558. Dumont H.J., "Biotic factors in the population dynamics of rotifers". *Arch. Hydrobiol.*, 8, (1977), 98-122.
559. Pourriot, R., "Sur le déterminisme du mode de reproduction chez les Rotifères". *Schweiz. Z. Hydrobiol. Limnol. Fisch. Wiss. Abwasserreinig*, 27, (1965), 76-87.
560. Pourriot, R., et Deluzarches, M., "Recherches sur la biologie des Rotifères. II. Influence de la température sur la durée du développement embryonnaire et post-embryonnaire". *Annls Limnol.*, 7, 1, (1971), 25-52.
561. Sommer, U., Gliwicz, Z. M., Lampert, W., and Duncan, A., "The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters". *Arch. Hydrobiol.* 106, (1986), 433-471.
562. Havens, K. , Elia, A. , Taticchi, M. , & Fulton, R., "Zooplankton-phytoplankton Relationships in Shallow Subtropical Versus Temperate Lakes Apopka (Florida, USA) and Trasimeno (Umbria, Italy)". *Hydrobiologia* 628, (2009), 165-175.
563. Havens, K. E., T. L. East, J. Marcus, P. Essex, B. Bolan, S. Raymond & J. R. Beaver. 2000. Dynamics of the exotic *Daphnia lumholtzii* and native macro-zooplankton in a subtropical chain-of-lakes in Florida, USA. *Freshwater Biology* 45, (2000), 21-32.

564. Dejen, E., Vijverberg, J., Nagelkerke, L.A.J., Sibbing, F.A., "Temporal and spatial distribution of microcrustacean zooplankton in relation to turbidity and other environmental factors in a large tropical lake (L. Tana, Ethiopia)". *Hydrobiologia*, 513, (2004), 39–49.
565. Guevara, G., Lozano, P., Reinoso, G., and Vila, F., "Horizontal and seasonal patterns of tropical zooplankton from the eutrophic Prado Reservoir (Colombia)". *Limnologica* 39, (2009), 128-139.
566. Ohman, M.D., "The demographic benefits of diel vertical migration by zooplankton". *Ecological Monographs* 60, (1990), 257-281.
567. Dodson, S., "Predicting vertical migration of zooplankton". *Limnology and Oceanography* 35, (1990), 1195-1200.
568. Magnien, R.E., and Gilbert, J.J., "Diel cycles of reproduction and vertical migration in the rotifer *Keratella crassa* and their influence on the estimation of population dynamics". *Limnology and Oceanography* 28, (1983), 957-969.
569. Reys-Marchant P., Taleb H. et Lair N., "Relationships between predation and growth rates of fish fry (*Rutilus rutilus*) in the littoral zone of Lake Aydat (France)". *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, vol. 25, (1994), 2153-2157.
570. Abdullahi, B.A., "The effect of temperature on reproduction in three species of cyclopoid copepods". *Hydrobiologia*, 196, (1990). 101-109.
571. Rey, J., "Étude comparée de la dynamique du zooplancton de trois réservoirs d'altitude et d'un lac naturel dans les Pyrénées". *Annls Limnol.* 24 (2) (1988), 139-160.
572. Sellami, I., Ayadi, H., Bouain, A., Aleya, L., et Alaoui Mhamdi, M., "Distribution of zooplankton related to environmental factors in three interconnected reservoirs: Kasseb, Mornaguia and Ghdir El Goulla (North of Tunisia)". *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 45, (2009), 107-117.
573. Cowell, B.C., "The Copepoda and Cladocera of a Missouri River reservoir: A comparison of the sampling in the reservoir and the discharge". *Limnol. Oceanogr.*, 12, (1967), 125-136.
574. Gunn, I. D.M. May, L., "Analysis of 1998 zooplankton samples - Loch Leven". IFE, (1999), 25p.
575. Jeppesen, E., Lauridsen, T., Kairesalo, T., & Perrow, M. R., "Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton interactions in lakes". In: "The structuring role of submerged macrophytes in Lakes", E. Jeppesen, M. Søndergaard, M. Søndergaard & Christoffersen, K. (eds.), Springer, New York, (1998), 91-114.

576. Geraldès A.M., et Boavida M.J., "Do littoral macrophytes influence crustacean zooplankton distribution? ". *Limnetica* 23(1-2), (2004), 57-64.
577. Belmonte, G., Alfonso, G., & Moscatello, S., "Copepod fauna in small ponds of the Pollino National Park (South Italy), with notes on seasonality and biometry of species". *J. Limnol.*, 65(2), (2006), 107-113.
578. Sellami, I., Guerzami, W., Hamza, A., Aleya, L., et Ayadi, H., "Seasonal dynamics of zooplankton community in four Mediterranean reservoirs in humid area (Beni Mtir: North of Tunisia) and semi arid area (Lakhmes, Nabhana and Sidi Saâd : Center of Tunisia)". *Journal of Thermal Biology*, 35, (2010), 392-400.
579. Gliwicz, Z.M., et Rykowska, A., "Shore avoidance in zooplankton: A predator induced behavior or predator-induced mortality". *J. Plankton Res.*, 14, (1992), 1331–1342.
580. Winfield, I.J., & Townsend, C.R., "The role of cyprinids in ecosystems". In: "*Cyprinid fishes, systematics, biology and exploitation*", Winfield, I. J., (ed.), Chapman & Hall, London, (1992), 552-567.
581. Visman, V., McQueen, D. J., and Demers, E., "Zooplankton spatial patterns in two lakes with contrasting fish community structure". *Hydrobiologia*, 284, (1994), 177–191.
582. Caramujo, M.J., Crispim, M.C., & Boavida, M.J., "Assessment of the importance of fish predation versus copepod predation on life history traits of *Daphnia hyaline*". *Hydrobiologia*, 360, (1997), 243-252.
583. Rokneddine, A., "Etude expérimentale et in situ de l'influence de la salinité, de la température et de la nourriture sur quelques paramètres démographiques de certaines espèces de crustacés planctoniques de la Sebkhâ Zima (Maroc)". Thèse de Doctorat. Université Cadi Ayyad. Marrakech, (2005), 332 p.
584. Pejler, R., "Taxonomical and ecological studies on planktonic Rotifera from northern Swedish Lapland. K. Sven". *Vctenskapsakad. I-landl. Ser. 4 6(5)*, (1957), 1-68.
585. Gilbert ,J.J., "The *Polyarthra* escape response: Defence against interference from *Daphnia*". *Hydrobiologia* 147, (1987), 235-238.
586. Fahde, A., "Etude des peuplements de Cladocères et rotifères dans le lac de barrage Al massira (Maroc). (Hétérogénéité horizontale, dynamique des populations, broutage)". Thèse Doct. Etat, Univ. Hassan II. Casablanca, (1994).

587. Fahd, K., Serrano, L., et Toja, J., "Crustacean and rotifer composition of temporary ponds in the Doñana National Park (SW Spain)". *Hydrobiologia* 436, (2000), 41–49.
588. Ramade, F., "Ecologie fondamentale". Ed. Mac Graw Hill, Paris, (1984), 362p.
589. Dajoz, R., "Précis d'écologie, Dunod université édition". (1985), 499p.
590. Radwan, S., "Planktonic rotifers as indicators of lake trophic". *Ann. UMCS, Sect. C*, 31, (1976), 227-235.
591. Karabin, A., "Pelagic zooplankton variation in the process of lake eutrophication". In: "Structural and quantitative features", Gannon, J. E., & Stemberger, R. S., *Ekol. Polska*. 33(4), (1978), 567-616. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality, *Trans. Am. Micros. Soc.* 97, (1985), 16–35.
592. Blancher, E.C., "Zooplankton-trophic state relationships in some north and central Florida lakes". *Hydrobiologia*, 109, (1984), 251-263.
593. Kolkwitz, R., and Marsson, M., "Oekologie der pflanzlichen Saprobien". *Ber. Dtsch Bot. Ges.* 26A, (1908), 505-519.
594. Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P., "CANOCO Reference Manual and User's Guide to CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)", Microcomputer Power, Ithaca, New York, USA., (1998).
595. Verdonschot, P.F.M., Ter Braak, C.J.F., "An experimental manipulation of oligochaete communities in mesocosms treated with chlorpyrifos or nutrient additions: multivariate analyses with Monte Carlo permutation tests", *Hydrobiologia*, (1994), 278, 251-266.
596. Edmondson, W.T., "Reproductive rate of rotifers in natural populations". *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 12, (1960), 21-77.
597. Edmondson, W.T., "Reproductive rate of planktonic rotifers as related to food and temperature in nature". *Ecol. Monogr.* 35, (1965), 61-111.
598. Baker, R.L., "Specific status of *Keratella cochlearis* (Gosse) and *K. earliner*, Ahlstrom (Rotifera: Brachionidae) Morphological and ecological considerations". *Can. J. Zool.* 57(9), (1979), 1719–1722.
599. Moore, J. W., "Influence of Temperature, Photoperiod and Trophic Conditions on the Seasonal Cycles of Phytoplankton and Zooplankton in Two Deep Subarctic Lakes of Northern Canada". *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 66, (1981), 745–770.

600. Radwan, S., "The Influence of Some Abiotic Factors on the Occurrence of Rotifers of Leczna and Wladova Lake District". *Hydrobiologia*, 112, (1984), 117-124.
601. Burks, R. L., Lodge, D. L., Jeppesen, E., & Lauridsen, L., "Diel horizontal migration of zooplankton: cost and benefits of inhabiting the littoral". *Freshwat. Biol.* 47, (2002), 343-365.
602. Mourelatos, S., et Lacroix, G., "In situ filtering rates of Cladocera: effect of body length, temperature, and food concentration". *Limnol. Oceanogr*, 35, (1990), 1101-1111.
603. Moore, M., Folt, C.L. & Stemberger, R.S., "Consequences of elevated temperatures for zooplankton assemblages in temperate lakes". *Archiv fur Hydrobiologie*, 135, (1996), 289-319.
604. Gliwiz, Z.M., "Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy". *Ecol., Pol.* 1, (1969), 663-708.
605. Hulyal, S.B., Kaliwal, B.B., "Water quality assessment of Almatti reservoir of Bijarpur (Karnataka State, India) with special reference to zooplankton". *Environ. Monit. Assess.*, 139, (2007), 29-306.
606. Özbay H. H., Altındag A., "Zooplankton abundance in the River Kars, Northeast Turkey: Impact of environmental variables". *African Journal of Biotechnology*, Vol. 8, (21), (2009), 5814-5818.
607. Mustapha, M.K., "Zooplankton assemblage of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria". *Rev. Biol. Trop. Int. J.*, Vol. 57, (4), (2009), 1027-1047.
608. Berzins, B. & Pejler, B., "Rotifer Occurrence In Relation To pH". *Hydrobiol.*, 147, (1987), 07-16.
609. Byars, J.A., "A freshwater pond in New Zealand". *Aust. J. Mar Fresh Res.*, 11, (1960), 220-240.
610. Sipaubá Tavares, L.H. & ROCHA, O. (Ed), « Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos ». São Carlos: Rima, (2003), 106p.
611. Toledo, J.J., Castro, J.G.D., Santos, K.F., Farias, R.A., Hacon, S., Smermann, W., "Evaluation of environmental impacts caused by the effluents of fish-farming tanks in the Pisciculcute Station at Alta Floresta", *MT. Rev. Prog. Ciên Agr-Amb, Alta Floresta*, 2(1), portuguese, (2003), 13-31.
612. Bonecker, C.C., Da Costa, C., Luiz Velho, L., Lansac Toha, F., "Diversity and abundance of the planktonic rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Paraná State – Mato Grosso do Sul State, Brazil)", *Rotifera X - Rotifer research: trends, new*

tools and recent advances (Herzig,A., Gulati,R.D., Jersabek,C.D ., May,L., eds.), (2005) ,405-414.

613. Devetter, M. ., Sed'a, J ., "Decline of clear-water rotifer populations in a reservoir: the role of limitation resources", *Hydrobiologia.*, (2005), 546 , 509-518.

614. Aoyagui, A. S. M ., Bonecker, C. C., Lansac Toha, F. A ., "Estrutura e dinamica dos rotiferos no reservatorio de Corumba, Brasil" ,*Acta Scientiarum ,Biological Sciences*, vol 25,(1) ., (2003) ,31-39.

615. Mustapha, M.K ., "Seasonal influence of limnological variables on plankton dynamics of a small, shallow, tropical african reservoir". *Asian J.Exp. Biol. Sci.*, Vol 1(1), (2010), 60-79.

616. Reynolds, C.S ., "Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environment variability" , *Freshwater Biol.*, (1984) ,14,111-142.

617. Žurek R., Bucka H., "Horizontal distribution of phytoplankton and zooplankton from the littoral towards open waters under wind stress", *Oceanol. Hydrobiol. Stud.*, XXXIII (3)., (2004), 69-81.

618. Bourrelly, P., "Les Algues D'eau Douce. Complements Tome I. Algues Vertes". Boubee, Paris, (1988).

619. Uherkovich, G ., Schmidt, G.W ., "Phytoplankton Taxa in dem zentralamazonischen Schwemmlandsee" , *Amazoniana .*, (1974) ,2 , 243-283.

620. Reynolds, C.S ., "The Ecology of Freshwater Phytoplankton" ,*Cambridge University Press, Cambridge, England .*, (1983).

621. Bailey Watts, A., Kirika, A., May, L., Jones, D., "Changes in phytoplankton over various time scales in a shallow eutrophic lake: the Loch Leven experience with special reference to the influence of flushing rate" , *Freshwater Biology .*, (1990), 23, 85-111.

622. Fathi, A.A., Abdelzaher, H.M.A., Flower ,R.J., Ramdani, M ., Kraïem M. M., "Phytoplankton communities of North African wetland lakes : The CASSARINA Project", *Aquat ,Ecol.*, (2001) , 35, 303-318.

623. Barinova, S.S., Anissimova, O.V., Nevo, E., Jarygin, M.M., Wasser, S.P., "Diversity and Ecology of Algae from Nahal Qishon, Northern Israel" , *Plant Biosystems* 138,(3)., (2004) , 245-259.

624. Barinova, S.S., Medvedeva, L.A., Anissimova, O.V., "Diversity of algal indicators in environmental assessment" , *Pilies Studio, Tel Aviv ,(In Russian)* .,(2006) , <http://herba.msu.ru/algae/materials/book/title.html>

625. Barinova, S., Medvedeva, L., Nevo, E., "Regional influences on algal biodiversity in two polluted rivers of Eurasia (Rudnaya river, Russia, and Qishon river, Israel) by bioindication and canonical correspondence analysis (CCA)", *Applied ecology and environmental research*, 6, (4) .,(2008), 29-55.
626. Barinova, S.S., Tavassi, M., Nevo, E., "Study of Sea-sonal Influences on Algal Biodiversity in the Yarqon River (Central Israel) by Bio-Indication and Canonical Correspondence Analysis (CCA)" *Turkish Journal of Botany*, Vol. 33., (2009a), 353-372.
627. Barinova, S., Tavassi, M., Glassman, H., "Diversity and ecology of algae from the Lower Jordan River, Israel", *Plant Biosystems*, An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 143, 2 ., (2009b), 340-360.
628. Barinova, S., Nevo, E., "The upper Jordan river algal communities are evidence of long-term climatic and anthropogenic impacts", *J. Water Resource and Protection.*, (2010 a) , 2, 507-526.
629. Barinova, S.S., Tavassi, M., Nevo, E., "Algal communities of the Hadera River (Israel) under dramatic niche changes", *Cent. Eur. J. Biol*, 5, (4) ., (2010 b), 507–521.
630. Tavassi, M., Barinova, S.S., Anissimova, O.V., Nevo, E., Wasser, S.P., "Algal indicators of environment in the Nahal (River) Yarqon basin, central Israel", *Int J Algae* 6, (4)., (2004), 355-382.
631. Tavassi, M., Barinova, S., Nevo, E., "Examination of water quality from the Yarqon river (central Israel) using the glass slide method to define algal vegetative activity (in vitro)", *Applied ecology and environmental research* 6,(3) .,(2008) ,113-125.
632. Kolbe, R., "Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasserdiatomeen", *Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebietes*, *Pflanzenforschung*, 7., (1927), 1-146.
633. Hustedt, F. 1957. Die Diatomeenflora des Flußsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abhandl. Naturwiss. Ver. Bremen*. 34:181-440.
634. Stoermer, E. F., Smol, J. P., "Applications and uses of diatoms: prologue", In *The diatoms: applications for the environmental and earth sciences* (eds E. F. Stoermer & J. P. Smol), Cambridge, UK: Cambridge University Press .,(1999) , 3-8.
635. Hustedt, F., "Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra", *Archiv für Hydrobiologie. Suppl* , 15 ., (1938-1939) ,131-177.

636. Pantle, E., Buck, H., "Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse" , Gas- und Wasserfach, 96., (1955),1-604.
637. Sládecek, V ., "System of water quality from the biological point of view" ,Ergeb. Limnol ,7., (1973), 1-128.
638. Sládecek, V ., "Diatoms as indicators of organic pollution" , Acta Hydroch , Hydrob. , 14., (1986) ,555-566.
639. Watanabe ,T., Asai,K ., Houki, A ., "Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage - Diatom Assemblage Index" ,(DAIpo) ,Sci Total Environ. 55., (1986), 209-218.
640. Mason, C ., "Biology of freshwater pollution" , Longman Scientific and Technical, Harlow, England., (1991).
641. Palmer, G.M ., "Algae and Water Pollution", Castle House Publication, England., (1980) ,123p.
- 642.Hutchinson, G. E., "A treatise on limnology", v.1, Wiley., (1957).
643. Lepistö, L., Rosenström, U., "The most typical phytoplankton taxa in four types of boreal lakes" , Hydrobiologia, 369/370 ., (1998) ,89-97.
644. Tolotti, M., "Littoral diatom communities in high mountain lakes of the Adamello-Brenta Regional Park (Trentino, Italy) and their relation to acidification". In: *Lange157 Bertalot-Festschrift*. Jahn R., Kociolok J.P., Witkowski A. & Compère P. (eds), Gantner, Ruggell. (2001), 327–352.
645. Palmer, C.M ., "A composite rating of algae tolerating organic pollution" , J. Phycol, 5 ., (1969) ,78-82.
646. Nygaard, G ., "Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes II" ,The quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms , Dat. Kurge. Danske. Vid. Sel. Biol. Skr , 7 ., (1949), 1-293.
647. Nygaard, G ., "Desmids from an arctic salt lake" , Botanisk Tidskrift , 71., (1976), 84–86.
648. Patrick, R ., "Algae as indicators of pollution In: U.S. Dept. of Health, Education & Welfare, Biological Problems in Water Pollution", Cincinnati, Ohio PHS Publ. 999-WP-25 .,(1965), 225–231.
649. Anneville, O., Pelletier, J. P ., "Recovery of Lake Geneva from eutrophication: quantitative response of phytoplankton, Arch" ,Hydrobiol., (2000) ,148, 607–624.
650. Anneville, O., Ginot, V., Druart, J. C., Angeli, N ., "Long-term study (1974–1998) of seasonal changes in the phytoplankton in Lake Geneva: a multi-table approach" , J. Plankton Res., 24., (2002a) , 993–1007.

651. Anneville, O., Souissi, S., Ibanez, F., Ginot, V., Druart, J. C., Angeli, N., "Temporal mapping of phytoplankton assemblages in Lake Geneva: Annual and interannual changes in their patterns of succession", *Limnol. Oceanogr*, 47., (2002b), 1355–1366.
652. Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F., Van Tongeren, O.F.R., editors, 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge Univ Pr. 299p.
653. Huszar, V.L.M., Caraco, N., "The relationship between phytoplankton composition and physical–chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological–functional approaches in six temperate lakes", *Freshwater Biology*, 40., (1998), 1–18.
654. Domingues, R.B., Barbosa, A., Galvão, H., "Nutrients, light and phytoplankton Succession in a temperate estuary (the Guadiana, southwestern Iberia)", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64., (2005), 249–260.
655. Huisman, J., Hulot, F.D., "Population dynamics of harmful cyanobacteria: factors affecting species composition". In J. Huisman, H.C.P. Matthijs & P.M. Visser (eds.). *Harmful cyanobacteria*. Springer, Berlin, Germany., (2005).
656. Sarojini, Y., "Seasonal changes in phytoplankton of sewage and receiving harbour waters at Vishakhapatnam", *Phykos*, 24., (1996), 4-11.
657. Unni, K. S., Pawar, S., "The phytoplankton along a pollution gradient in the river Mahanadi (M. P. State) India-a multivariable approach", *Hydrobiologia* 430., (2000), 87-96.
658. Robarts, R.D., Zohary, T., "Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration, and growth rates of bloom-forming cyanobacteria". *N. Z. J. Mar. Freshwat. Res*, 21., (1987), 379-399.
659. Ugwumba, O.A., Ugwumba, A.A., "A study of the physico-chemical hydrology and plankton of Awba Lake in Ibadan, Nigeria Fisheries", *Acadbiz Comm*, 1., (1993), 20-39.
660. Bhatt, L. R., Lacoul, P., Lekhak, H.D., Jha, P.K., "Physico-chemical characteristics and phytoplanktons of Taudaha Lake", *Kathmandu, Poll. Res*, 18, (4), (1999), 353-358.
661. Coesel, P. F. M., "A method for quantifying conservation value in lentic fresh water habitats using desmids as indicator organisms", *Biodiversity and Conservation*, 10., (2001), 177-187.
662. Owen, R. B., Renaut, R. W., Hover, V. C., Ashley, G. M., Muasya, A. M., "Swamps, springs and diatoms: wetlands of the semi-arid Bogoria-Baringo Rift, Kenya", *Hydrobiologia*, 518., (2004), 59-78.

663. Heide, J. V. D., "Lake Brokopondo-Filling phase limnology of a man-made lake in the humid tropics", Publ. at Biological Lab., Virje Univst., Postbus, Amsterdam., (1982), 151-153.

664. Fayed, S.E., Shehata, S.A., "Nutritional status of Nile water in relation to phytoplankton population", *Aisser und Abwasser Forschung*, 13., (1980), 45p.

665. Kobbia, I.A "The standing crop and primary production of phytoplankton in Lake Burullus", Bot. Depart, Facul. of Sci. Cairo Univ, Egypt. *J. Bot.* 25., (1982), 1-3.

666. Fisher, T. R., Harding, L. H., Stanley, D. W., Ward, L. G., "Phytoplankton, nutrients and turbidity in the Chesapeake, Delaware and Hudson estuaries *Est, Coast, Shelf Sci*, 27., (1988), 61-93.

667. Kalff, J., "Limnology", Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey., (2002).

668. McCarthy, J.J., "Nitrogen and phytoplankton ecology", In *The Physiological Ecology of Phytoplankton*, Vol. 7 (Morris, L., ed.), Blackwell, Oxford., (1980), 191-233.

669. Prochazkova, L., Blazka, P., Kralova, M., "Chemical changes involving nitrogen metabolism in water and particulate matter during primary production Experiments", *Limnol. Oceanogr*, 15., (1970), 797-807.

670. Kumar, S., Sterner, R.W., Finlay, C., Brovold, S., "Spatial and temporal variation of ammonium in lake Superior", *J. Great Lakes Res*, 33., (2007), 581-591.

671. Schindler, D.W., "Evolution of phosphorus limitation in lakes", *Science*, 195., (1977), 260-262.

672. Melack, J.M., Kilham, P., Fisher, T.R., "Responses of phytoplankton to experimental fertilization with ammonium and phosphate in an African soda lake", *Oecologia*, 52., (1982), 321-326.

673. Smith, R.E.H., Kalff, J., "Competition for phosphorus among co-occurring freshwater phytoplankton", *Limnol Oceanogr*, 28., (1983), 448-464.

674. Wood, R.B., Talling, J.F., "Chemical and algal relationships in salinity series of Ethiopian inland waters", *Hydrobiologia*, 15., (1988), 29-67.

675. Nultsch, W., "Effect of external factors on phototaxis of *Chlamydomonas reinhardtii* III", *Cations. Archs. Microbiol*, 123., (1979), 93-99.

676. Smith, G. M ., "Freshwater Algae of the United States" , 2nd ed, New York cGraw-Hill Book Co., (1950), 719 p.
677. Horn, A.J., Goldman , C.R., "Limnology", 2nd McGraw-Hill, Inc.,(1994), 1-576.
678. Vymazal, J ., "Algae and element cycling in wetlands. London" ,Lewis., (1995).
679. Pongswat, S., Thammathaworn, S., Peerapornpisal, Y., Thane, N., Somsiri, C., "Diversity of phytoplankton in the Rama IX lake, a manmade lake, Pathumthani province, Thailand" , Science Asia, 30., (2004). 261-267.
680. Fogg, G.E ., "Algae cultures and phytoplankton ecology", Wisconsin : The University of Wisconsin Press., (1975).
681. Putthathorn, K ., "Abundance and distribution of algae related to some water quality of Ping-Wang river basin" , M.S. thesis Kasetsart University ., (1986).
682. Boonyapiwat ,S ., "Abundance, species composition and distribution of phytoplankton in relation to the water conditions in the Chao Phraya Estuary and its adjacent waters" , Tech. Paper. N°.13, Explo. Fish Div., Fish Depart.,Bangkok., (1983), 49 p.
683. Suravit, S., "Relationships between phytoplankton and water quality in Racha Prabha reservoir" , Changwat Surat-Thani. Master of Science, Kasetsart University., (1996).
684. Wadajok,K., "Comparative limnology of lake Abiata and lake Langano in relation to primary and secondary production", M.S.C Thesis Addis Ababa University Ethiopia., (1982).
685. Wadajok,K ., Belay, S., "Species composition and seasonal abundance of zooplankton in two Ethiopian Rift Valley lakes- lakes Abiata and Langano", Hydrobiologia,113.,(1984),129-136.
686. Webberm, K ., ROFF, J.C., "Annual biomass and production of the oceanic copepod community off Discovery Bay Jamaica", Mar Biol, 123., (1995), 481-495.
687. Uye, S., Shimazu, T., Yamamuro, M., Ishitobi, Y., Kamiya, H., "Geographical and seasonal variations in mezozooplankton abundance and biomass in relation to environmental parameters in lake Shinji-Ohashi River-Lake Nakaumi brackish water system Japan", Journal of Marine Systems ,26, (2)., (2000),193-207.
688. Radwan, A. M., "Some factors affecting the primary production of phytoplankton in lake Burullus" ,Egyptian Journal of Aquatic Research ,31 ,(2) ., (2005),72-88.

689. Morgado, F., Quintaneiro, C., Rodrigues, E., Pastorinho, M.R., Bacelar-Nicolau, P., Vieira, L., Azeiteiro, U.M., "Composition of the Trophic Structure of Zooplankton in a Shallow Temperate Estuary (Mondego Estuary, Western Portugal). *Zool., Stud.*, 46, 1., (2007), 57-68.
690. Edmondson, W. T., Comita, G. W., Anderson, G. C., "Reproductive rate of copepods in nature and its relation to phytoplankton population", *Ecology*, 43., (1962), 625-634.
691. Richman, S., "The effect of phytoplankton concentration on the feeding rate of *Diaptomus oregonensis*", *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh.*, 16., (1966), 392-398.
692. Bergquist, A. M., Carpenter, S. R., Latino, J. C., "Shifts in phytoplankton size structure and community composition during grazing by contrasting zooplankton assemblages", *Limnology and Oceanography*, 30, (5), (1985), 1037-1045.
693. Dawidowicz, P., "Effectiveness of phytoplankton control by large-bodied and small-bodied zooplankton", *Hydrobiologia*, 200/201., (1990), 43-47.
694. Carpenter, S. R., J. F., Kitchell, K. L., Cottingham, D. E., Schindler, D. L., Christensen, D. M., Post, E., Voichick, N., "Chlorophyll variability, nutrient input and grazing: evidence from whole-lake experiments", *Ecology*, 77,(3), (1996), 725-735.
695. Low, E.W., Clews, E., Todd, P.A., Tai, Y.C., Ng, P.K.L., "Top-down control of phytoplankton by zooplankton in tropical reservoirs in Singapore?", *The raffles bulletin of zoology*, 58,(2), (2010), 311-322.
696. Horn, W., Horn, H., "Long-term relationship between phyto and zooplankton in the meso-eutrophic reservoir Saldenbach", *Arch hydrobiol Beih Ergebn Limnol*, 33., (1990), 749-762.
697. Horn, H., Horn, W., "Bottom-up or top-down - How is the autotrophic picoplankton mainly controlled?", *Results of long-term investigations from two drinking water reservoirs of different trophic state*, *Limnologica*, 38., (2008), 302-312.
698. Delazari-Barroso, A., Giavarini, K., Miranda, T., Sterza, J.M., "Phytoplankton-zooplankton interactions at Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil: Growth responses in the absence of grazing", *Neotropical Biology and Conservation* 6,(1), (january-april 2011), 27-34.
699. Oulad Ali, H., "Rôle et importance des rotifères planctoniques dans un écosystème lacustre eutrophe de la zone tempérée Nord : le Lac d'Aydat France », *Thèse de l'université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand.*, (1988), 225p.

700. Norberg, J., "Resource-niche complementarity and autotrophic compensation determines ecosystem-level responses to increased cladoceran species richness", *Oecologia*, 122, (2000), 265–272.

701. Weithoff, G., Lorke, A., Walz, N., "Effects of watercolumn mixing on bacteria, phytoplankton, and rotifers under different levels of herbivory in a shallow eutrophic lake", *Oecologia*, 125., (2000), 91–100.

702. Goldyn, R., Kowalczywska-Madura, K., "Interactions between phytoplankton and zooplankton in the hypertrophic Swarzędzkie Lake in western Poland", *Journal of Plankton Research*, 30, (1), (2008), 33–42.

703. Kawecka, B., Eloranta, P.V., "Zarys ekologii wód słodkich i środowisk lądowych" [Outline of ecology of freshwaters and terrestrial habitats], Polish Scientific publications Warszawa, in Polish., (1994), 256p.

704. Eskinazi-Sant'Anna, E.M.; Menezes, R.; Costa, I.S.; Panosso, R.F.; Araújo, M.F.; Attayde, J.L., "Composição da comunidade zooplanctônica em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte". *Oecologia Brasiliensis*, 11(3), (2007), 410-421.

705. Melao, M.G.M., « Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras » , *In: M.L.M. POMPÊO (ed.), Perspectivas da limnologia no Brasil. São Luís, Gráfica e Editora União.*, (1999), 32-45.

706. Defaye, D., et B.H., Dussart, " Rythmes de nutrition chez *Macrocyclops albidus* (Crustacé, Copépode) ". *Bulletin de l'Office National des Pêches de Tunisie.*, (1979), 3(1), 77-88.

707. Sipaubá Tavares, L.H., Rocha, O., "Estudo do crescimento das larvas de *Oreochromis niloticus* alimentadas exclusivamente com algas e zooplâncton cultivados em laboratório. Anais do VI Simpósio Latinoamericano e V Simpósio Brasileiro de Aquicultura", Florianópolis., (1984), 453-458.

708. Ginkel, CE., Van Hohls, BC., Vermaak, E., "A *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) bloom in Hartbeespoort Dam", *Water SA*, 27( 2) ., (2001), 269-276.

709. Tomec, M., Ternjej, I., Kerovec, M., Teskeredzic, E., Mestrov, M., "Plankton in the oligotrophic Lake Vrana (Croatia)", *Biologia-Section Botany*, 57 ., (2002), 579--588.

710. Grigorszky, I., Panisk, J., Borics, G., Schitchen, C., Borbély, G., "Deep chlorophyll maximum by *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Bergh in a shallow oxbow in Hungary", *Hydrobiologia*, ., (2003), 506-509, 209--212.

711. Santer, B., "Nutritional suitability of the dinoflagellate *Ceratium furcoides* for four copepod species" , *J. Plankton Res*, 18 ., (1996) , 323--333.
712. Sommer, U., Sommer, F., Santer, B., Zöllner, E., Jürgens, K., Jamieson, C., Boersma and M., Gocke, K ., "*Daphnia* versus copepod impact on summer phytoplankton: functional compensation at both trophic levels" , *Oecologia* ., (2003) ,135, 639--647.
713. Haney, J. F., "Field studies on zooplankton-cyanobacteria interactions", *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 21.,(1987), 467–475.
714. De Mott, W. R ., Moxter,F., "Foraging on cyanobacteria by copepods: responses to chemical defences and resource abundance" , *Ecology*, 72, (5)., (1991),1820–1834.
715. Koski, M., K. Schmidt, J., Engstro, M.O., Viitasalo, St. M., Jonasdo ottir, S. H., Repka,S., Sivonen, K., " Calanoid copepods feed and produce eggs in the presence of toxic cyanobacteria *Nodularia spumigena*", *Limnology and Oceanography* ,47., (2002), 878–885.
716. Work, K.A., Havens, K.E., "Zooplankton grazing on bacteria and cyanobacteria in a eutrophic lake", *J Plankton Res* ,25 ., (2003),1301–1306.
717. Van Gremberghe, I., Van Wichelen, J. , Van der Gucht ,K., Vanormelingen, P., D'hondt, S., Boutte, C., Wilmotte, A., Vyverman, W ., "Covariation between zooplankton community composition and cyanobacterial community dynamics in Lake Blaarmeersen (Belgium)" , *FEMS Microbiol Ecol* ,63 ., (2008) ,222–237.
718. Starkweather ,P.L ., Kellar ,P.E ., "Utilization of Cyanobacteria by *Brachionus-calyciflorus* - *Anabaena flos-aquae* (Nrc-44-1) as a sole or complementary food source", *Hydrobiologia*, 104 ., (1983) , 373–377.
719. Gilbert ,J.J ., "Effect of temperature on the response of planktonic rotifers to a toxic cyanobacterium", *Ecology* ,77., (1996), 1174–1180.
720. Lampert , W ., "Laboratory studies on zooplanktoncyanobacteria interactions", *NZ J Mar Freshwater Res* ,21., (1987) ,483–490.
721. Engstrom ,J ., Koski ,M ., Viitasalo , M ., Reinikainen , M ., Repka, S ., Sivonen, K ., "Feeding interactions of the copepods *Eurytemora affinis* and *Acartia bifilosa* with the cyanobacteria *Nodularia sp*", *J Plankton Res* ,22 ., (2000) ,1403–1409.
722. Ghadouani ,A ., Pinel-Alloul ,B ., Prepas, E.E., "Effects of experimentally induced cyanobacterial blooms on crustacean zooplankton communities", *Freshwater Biol* ,48., (2003) ,363–381.

723. Murrel ,M.C ., Lores, E.M ., “Phytoplankton and zooplankton seasonal dynamics in a subtropical estuary: importance of cyanobacteria” , J Plankton Res, 26., (2004) , 371–382.

724. Ruokolainen ,L., Lilley ,T.M., Tammi, M ., Vuorinen ,P., “Zooplankton in relation to cyanobacteria across a geographic gradient in Archipelago sea, northern Baltic”, Boreal Environ Res, 11., (2006) ,1–11.

725. Von Elert ,E ., Wolffrom ,T ., “Supplementation of cyanobacterial food with polyunsaturated fatty acids does not improve growth of Daphnia”, Limnol Oceanogr ,46., (2001) ,1552–1558.

726. McCauley, E., Briand,F., “Zooplankton grazing and phytoplankton species richness: field tests of predation hypothesis”, Limnol Oceanogr, 24 ., (1979), 243-252.

727. McCauley, E., Downing, J. A., “The prediction of cladoceran grazing rate spectra”, Limnol. Oceanogr, 30 ., (1985), 202-212.

728. Nazneen, S ., “Influence of hydrological factors on the seasonal abundance of phytoplankton in Keenjhar lake”, Int. Rev Ges ,Hydrobiol., 65(20)., (1980), 269-282.

729. Singh, M ., “Phytoplankton periodicity in a small lake near Delhi.I. Seasonal fluctuations of the physico-chemical characteristic of the water” , Phykos , 4 ., (1965), 61- 68.

730. Al-Dahmesh, B. A. A., “Karyological studies of some freshwater fishes of Wadi Haneefahf Stream Saudi Arabia”, Master Dissertation King Saud University., (2000), 210p .

731. Abdel Satar, A. M ., “On the water quality of Lake Bardawil, Egypt” , J. Egypt Acad. Soc. Environ. Develep., (DEnvironmental studies), b (1)., (2005), 49-73.

732. Al-Ghanim, K. A ., Al-Akel, A. S., Al-Mesnad, F., Al-Kahem Al-Balawi, H. ., Ahmad,F and Annazri, A ., “Seasonal variations and community structure of plankton in relation to some environmentalvariables in Wadi Haneefah Stream, Riyadh, Saudi Arabia”, J. Thalassia Salentina, 31., (2008), 145-162

733. Kolo, R.J ., “The assessment of physico-chemical parameters of Shiroro Lake and its major tributaries” , Conf.proceeding of the Fisheries Society of Nigeria (Fison) 13<sup>th</sup> ann. Report ., (1996), 260-268.

734. Swingle, H. S., “Methods of analysis for water, organic matter, and pond bottom soils used in fisheries research”, Auburn Univerity, Auburn Ala., (1969).

735. Boyd, C.E., "Water Quality in warm water Fish ponds, Craft master printers Alabama", (1981).

736. Baijot, E. Moreau, J., Bouada Sana ., "Hydrobiological aspects of fisheries in Sahel region", Technical center for agricultural and Rural co-operation ACP-EU., (1997), 220p.

737. Unohia, C.G., "Studies on the physico-chemical characteristics and productivity of concrete reservoir", Global Journal of Agricultural Science, 1 , (2), (2001), 23-56.

738. Offem, B.O ., Ayotunde, E.O ., Ikpi, G.U ., Ochang, S.N., Ada, F.B ., "Influence of Seasons on Water Quality, Abundance of Fish and Plankton Species of Ikwori Lake, South-Eastern Nigeria", Fisheries and Aquaculture Journal, FAJ-13., (2011).

739. Floccia, M., Gisotti, G. ., Sanna, M., "Dizionario dell'Inquinamento, Cause, Effetti, Rimedi, Normativa", La Nuova Italia Scientifica, Roma ., (1985).

740. De Villers, J., Squilbin, M., Yourassowsky, C., Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, (Novembre, 2005), 16p.

741. Hébert, S ., Légaré, S ., « Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement », envirodoq no ENV-2000-0487, rapport n° QE-121, 3 annexes., (2000), 24p.

742. Talling, I.F., "Water Characteristics. The Nile, biology of an Ancient River", Rzoska, 1. (Eds.). Junk The Hague, 1. Ecology, 64 ., (1976), 79-121.

743. Mohammed, A.A., Fathy, A.A ., "The condition of the Nile in the years 1968.1978 Bull", Fac. Sci. Assiut. Univ, 19 ., (1990), 141-164.

744. Al-Kahtani, M.A., Youssef , A.M., Fathi, A.A ., "Ecological studies on Al-khadoud spring, Al-Hassa, Saudi Arabia. Pak", J. Biol. Sci, 10 ., (2007), 4063-4068.

745. Fathi, A.A., Al-Fredan, M.A., Youssef, A.M ., "Water quality and phytoplankton communities in Lake Al-Asfar, Al-Hassa, Saudi Arabia", Res., J. Environ. Sci, 3 ., (2009), 504-513.

746. Vollenweider, R. A., "The application of phosphorus loading concept to eutrophication", Res. Status Report, N.R.C. (13690) Assos Comm. Sci. Environ. Qual ., (1974), 42p.

747. Gupta, B. K., Gupta, R. R ., “Physico-chemical and biological study of drinking water in Satna, Madhya Pradesh– 485 001(India)”, *Poll. Res*, 8 ,(4)., (1999),523-525.
748. Gupta, A.K ., Raghubanshi, A.K., “Comparative study of enrichment of nutrients and heavy metals in river waters of Ghaghra and Ganga due to anthropogenic pressures”, *Poll. Res.*, 2 I, (3) ., (2002),261-263.
749. Ariyadej, C., Tansakul, R., Tansakul, P., Angsupanich, S ., “Diversity and relationships to physio-chemical environment. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*”, 26, (5) ., (2004), 595-607.
750. Brainwood ,A ., Surgin, S., Maheshwari ,B ., “Temporal variations in water quality of farm dams: impacts of land use and water sources”, *Agric. Water Manage*, 70., (2004),151-175.
751. Luay, A. A ., “Seasonal variation in physico-chemical properties and zooplankton biomass in Greater Zab River –Iraq” , *Jordan Journal of Biological Sciences*,3, (3)..(2010),115 – 120.
752. Desai, P.V ., “Water quality of Dudhsagar river at Dudhsagar (Goa), India”, *Poll.Res*. 14(4) ., (1995), 377-382.
753. Venkatamohan, S., Jayaramareddy, S., “Assessment of overall water quality of Tirupati”, *Poll.Res*, 14(3) ., (1995), 275-282.
754. Goltennan, H.L ., “Chemistry. In: *River Ecology*”, B. A. Whitton (Ed.), *Backwll. Sci. Pub. Oxford* ., (1973), 39-88.
755. Banerjea, S.M., “Some observation in water quality and soil conditions of fish ponds in Manipur, Assam, W. Bengal, Orissa, M.P and A.P in relation to Production of fish”, *J. Fish*, 14 (1&2).. (1967),115-144.
756. Ovie, S.I., Ovie, S.O., “Fish-larval rearing: The effect of pure/mixed zooplankton and artificial diet on the growth and survival of *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) larvae”, *Afr. J. Aquat. Sci*, 17., (2002), 69-73.
757. Blanchard, P.E., Lerch, R.N., “Watershed vulnerability to losses of agricultural chemicals: interactions of chemistry, hydrology and land-use”, *Environ. Sci. Technol*. 34 ., (2000), 3315–3322.
758. Ferrier, R.C., Edwards, A.C., Hirst, D., Littlewood, I.G., Watts, C.D., Morris, R., “Water quality of Scottish rivers: spatial and temporal trends” , *Sci. Total Environ*. 265., (2001),327–342.
759. Valiela, I., Bowen, J.L., “Nitrogen sources to watersheds and estuaries: role of land cover mosaics and losses within watersheds”, *Environ. Pollut*. 118., (2002),239–248.

760. Brainwood, M.A., Burgin, S., Maheshwari, B., "Temporal variations in water quality of farm dams: impacts of land use and water sources", *Agricultural Water Management*, 70., (2004),151–175.
761. Sushama, S., " Ecology and Biodiversity of Nila River", Ph.D. Thesis, Univ. Kerala, India., (2003), 297p.
762. Kadeeja Beevi, M., Sreekumar, S., Bijoy Nandan, S., " A case study on the environmental status of a coir retting ground in Kayamkulam backwater, Kerala". *Proc. 3rd Nat. Sem. Inland Wri. Resources and Envnt.*, 2 – 4.Thimvananthapuram ., (2004), 54-59.
763. Harish Kumara, B. K., Srikantaswamy, S., Shakuntala Bai., "Environmental flows in Bhadra River, Karnataka, India", *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 2, (7)., (2010),164-173.
764. Kapoor, P., "Physico-chemical and biological study of four rivers at Bareilly (UP)", *Pull. Res*, 12, (4)., (1993),1-12.
765. Kodarkar, M.S., "Conservation of lakes. *Indian Association of Aquatic Biologists (IAAB)*", *Hyderabad*, 3., (1995),1 - 82.
766. Krishnaswarup ., Singh, S.R., "Limnological studies of the Suraha lake, Ballia. I. Variations in the water quality" , *J; Int. Fish Soc. Indiu*, 11 ,(1)., (1979),22-33.
767. Aravindkumar., Gupta, H.P., "Ecobiodiversity of aquatic biota in certain fresh water ecosystems of Santal Pargana (Jharkand), India. In: *Ecology and Ethology of Aquatic Biota*". I.(Aravindkumar, Ed.), Daya Publ. House, NewDelhi.,( 2002),1 1-70.
768. Wetzel, R. G ., "Limnology", W. B.Saunders Co., Philadelphia, U.S.A., (1975),743.
769. Saad, M.A.H., Abdel-Moati, M. A., "Nutrient Salts in the Damietta Estuary of the Nile, an Area under Stress", *Journal of Conference Abstracts, BIOGEOMON '97*, 2,(2)., (1997).
770. Sabae, S.Z., Abdel-Satar, A.M ., "Chemical and Bacteriological studies on El-Salam Canal, Egypt", *J. Egypt. Acad. Soc. Environ. Develop.*, 2, (1)., (2001),173-197.
771. Carlucci, A.F., Schubert, H.R., "Nitrate reduction in sea water of the deep nitrite maximum of Peru", *Limnol. Oceanogr*, 14., (1969),187-193.
772. Wade, E., Hattori, A., "Nitrate distribution and nitrate reduction in deep Seawaters" , *Deep Sea Res*, 19., (1972),123- 132.

773. Abdo, M.H., "Environmental studies on the River Nile at Damietta Branch region, Egypt", *J. Egypt Acad. Soc. Environ. Develop.*, (D-Environmental Studies), 5,(2)., (2004a), 85-104.
774. Rao Venkata, G., Beebi, S.K., Malleswara Rao, P., "Water quality studies of Kolleru lake, Upputeru river and Enamaduru Drain" , *Ind. J Environ. Prote.*, 26, (6)., (2006),537-545.
775. Trivedi, R.K., Goel, P.K., "Chemical und biological methods .for water pollution studies, Environmental Publications.Karad, India" ., (1986),248p.
776. Al-Kubasi , A.A., "Ecological events of Sadam River", Ph. D. Thesis, Univ. of Baghdad. (in Arabic)., (1996).
777. Olele, N. F., Ekelemu, J. K. ., "Physicochemical and periphyton/phytoplankton study of Onah Lake, Asaba, Nigeria" , *Afr. J. Gen. Agric*, 4, (3)., (2008),183-193.
778. Slim,K., Saad,Z., El-Samad,O., V, Kazpard., " Caractérisation chimique et algologique des eaux superficielles de la rivière Oronte (Liban) dans un climat semi-aride ",16 , (2)., (2005),131-135.
779. Armengol, J., Riera, J. L., Morgui, J. A ., "Major ionic composition in the Spanish reservoirs" , *Verh. Internat. Verein. Limnol*, 24 ., (1991),1363-1366.
- 780.Schindler, D. W ., "The coupling of elemental cycles by organisms: evidence from whole-lake chemical perturbations. In: *Chemical processes in Lakes*" , W. Stumm (ed.),New York, John Willey & Sons., (1985), 225-250.
781. Naselli -Flores, L., "Limnological aspects of Sicilian reservoirs: a comparative, ecosystemic approach. In: *Theoretical reservoir ecology and its Applications*", J.G. Tundisi and M. Straskraba (eds.),Backhuys Pub. Leiden., (1999), 283-311.
782. Marcé,R., Comerma,M., Carlos Garcia,J., Gomi,J ., Armengol, J., "Limnology of Foix reservoir (Barcelona, Spain)", *Limnetica* , 19., (2000),175-191.
783. Rodhe, W., "The ionic composition of lake waters". *Int. Ver. Thcor. Angew. Limnol. Verh.* 10., (1949), 377-386.
784. Johnson, M.E.C., "Ionic composition of two freshwater lakes". In: *Fundamentals of Limnology*. S.B. Nangia for APH publishing corporation 5, Ansari road, Darya Ganj, New Delhi. 2005:82-85.
785. Bwala , R. L., Ovie, S. I., Ajayi, O., and Haruna, A., "Preliminary study on the limnology and plankton abundance in relation to fish production in some niffr reservoirs". *Report and Opinion*, 2(6)., (2010), 9-15.

786. McNeely, R.N., Neimans, V.P., Dwyer, L., « Références sur la qualité des eaux-Guide des paramètres de la qualité des eaux ». Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux' Ottawa, Ontario »., (1980), 100 p.

787. Agarwal, D.K., Eaur, S.D., Tiwari, T.C., Narayana Swami, M.S., Mod, S.M., “Physico-chemical characteristics of the Ganges at Varanasi”, *Indian J. Environ. Hlth*, 18., (1976), 201-206.

788. Gupta, A.K., Mehrotra, R.S., “Studies on Seasonal variation in Plt and dissolved oxygen content in Sanhit Sarovar, Kurukshetra”, *Geobios*, 13,(6), (1986), 276-278.

789. Singh, R., Mahajen, I., “Some physicochemical factors and phytoplankton of Ravalsar lake, Himachal Pmdesh”, *Geobios*, 141(10), (1987),6-9.

790. Yadava, Y.S.R., Singh, K., Choudhary, M., Kolekar, V., “Limnology and productivity of Dighali Beel (Assam)”, *Trclp. Ecol*, 28., (1987),137- 146.

791. Shastree, K., Nalin., Shahul, I., Shubha Pathak, Md., Mussaraat, A., “Studies on the physicochemical dimensions of the lentic hydrosphere of Ravindra Sarovur (Gaya)”, In: Nalin.K.Shastree (Eds.), *Current trends in Limnology*, I, Narendra Publishing House, Delhi., (1991),133 - 152.

792. Matsumura-Tundisi, T., « Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R », *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. FUNDIBIO: FAPESP – Botucatu.*, (1999), 39-54.

793. Neumann-leitao, S., Nogueira, J.D.C. « Rotíferos, cladóceros e copépodos de Pernambuco. I. Algumas espécies que ocorrem em viveiros de cultivo de camarões de Nova Cruz ». *An. Soc. Nordest. Zool.* 2(2), (1986), 87-118.

794. Vieira, D.M., Crispim, M.C., Watanabe, T., « Impacto da cheia e da seca sobre a comunidade zooplancônica do açude São José dos Cordeiros, semi-árido paraibano. Anais do V Simpósio de Ecossistema Brasileiros: Conservação ». *Vitória*,3., (2000), 401-407.

795. Almeida, V.L.S., Dantas, Ê.W., Melo-Junior, M., Bittencout-oliveira, M.C., Moura, A.N. “Zooplanktonic community of six reservoirs in northeast Brazil”, *Braz. J. Biol*, 69(1), (2009), 57-65.

796. Bays, J. S., Crisman., T. L., “Zooplankton and trophic state relationships in Florida lakes”, *Can, J. Fish. Aquat. Sci*, 40, (1983),1813-1819.

797. Haberman, J., “Estimation of the trophic state of Lake Vortsjarv on the basis of rotifers (Rotatoria)”, *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol.*, 44(3/4), (1995), 92-105.

798. Baião, C., Boavida, M. J., “Rotifers of Portuguese reservoirs in river Tejo catchment: Relations with trophic state”, *Limnetica*, 24(1-2), (2005), 103-114.

799. Pourroit, R., Rougier, C., “Taux de reproduction en fonction de la concentration en nourriture et de la température chez trois espèces du genre *Brachionus* (Rotifères)”, *Annls Limnol.*, 33., (1997), 23-31.

800. Karabin A., Ejsmont-Karabin J., Kornatowska R., “Eutrophication processes in a shallow, macrophyte-dominated lake-factors influencing zooplankton structure and density in Lake Łuknajno (Poland)”, *Hydrobiologia*, 342/ 343., (1997), 401-409.

801. Caramujo, M. J., Boavida, M. J., “The crustacean communities of river Tagus reservoirs, Zooplankton structure as reservoir trophic state indicator”, *Limnetica*, 18., (2000), 37-56.

802. Bielańska-Grajner, I., Gruszka, K., “Planktonic rotifer community before and after restoration of lake Paprocany”, *Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr.* – OL PAN, 5., (2008), 5–11.

803. Radwan, S., Popiolek, B., “Percentage of rotifers in spring zooplankton in lakes of different trophy”, *Hydrobiologia*, 186/187., (1989), 235-238.

804. Ejsmont-Karabin, J., “Rotifer occurrence in relation to age, depth and trophic state of quarry lakes”, *Hydrobiologia*, 313/314., (1995), 21-28.

805. Attayde, J. L., Bozelli, R. L., “Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondence analysis”, *Can. J. Aquat. Sci.*, 55., (1998), 1789-1797.

806. Duggan, I. C., Green, J. D., Shiel, R. J., “Distribution of rotifers in North Island, New Zealand lakes: Relationships to environmental and historical factors”, *Freshwat. Biol.*, 47., (2002), 195-206.

807. Park, G. S., Marshall, H. G., “Estuarine relationships between zooplankton community structure and trophic gradients”, *J. Plankton Res.*, 22., (2000b), 121-135.

808. Popp, A., Hoagland, K. D., Hergenrader, G. L., “Zooplankton community response to reservoir aging”, *Hydrobiologia*, 339., (1996), 13-21.

809. Mittelbach, G. G., Steiner, C. F., Scheiner, S. M., Gross, K. L., Reynolds, H. L., Waide, R. B., Willig, M. R., Dodson, S. I., Gough, L., “What is the observed relationship between species richness and productivity?”, *Ecology* 82., (2001), 2381–2396.

810. Hobaek, A., Manca, M., Andersen, T., “Factors influencing species richness in lacustrine zooplankton”, *Acta Oecologica* 23., (2002), 155–163.

811. Czerniawski., Piasecki., “Rozwój makrofitów w jeziorze Adamowo jako efekt eutrofizacji”, *Kom. Ryb.*, 6 ., (2004), 7–11.

812. Lair , N., “Abiotic vs. biotic factors: lessons drawn from rotifers in the Middle Loire, a meandering river monitored from 1995 to 2002, during low flow periods”, *Hydrobiologia* , 546., (2005),457–472.

813. Wilhm, J. R., Dorris, C. T., “Biological arameters for water quality criteria” *Biosciences*, 18 ., (1968), 447 – 481.

814. Hawkes, H. A., “Invertebrates as indicators of river water quality”, *In: A. James and L. Evison (eds.), Biological indicators of water quality New York: John Wiley & Sons., (1979), 2-1 - 2-45.*

815. Ramanujan,N., “Certain aspects of the Ecology of the Kallar River”, PhD Thesis, University of Kerala ., (1984),284.p.

816. Moustaka-Gouni, M., Vardaka, E., Michaloudi, E., Kormas, K. A., Tryfon, E., Mihalatou, H., “Plankton food web structure in a eutrophic polymictic lake with a history of toxic cyanobacterial blooms”, *Limnology and Oceanography*, 51., (2006), 715–727.

817. Kagalou,I., Kosiori,A., Ioannis, D ., Leonardos., “Assessing the zooplankton community and environmental factors in a Mediterranean wetland”, *Environmental Monitoring and Assessment*, 170, 1-4., (2010), 445-455.

818. Wallace, R.L., Snell, T.W., “Rotifera”, *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, San Diego, J.H. Thorp and A.P. Covich, editors .,(1991), 187-248.*

819. Gliwicz, Z.M ., “Food size selection and seasonal succession of filter feeding zooplankton in eutrophic lakes”, *Ekol.Pol*, 25., (1977),179-225.

820. Sommer, U., “Plankton ecology. Succession in plankton community”, Springer-verlag, Berlin ., (1989), 360p.

821. Lampert, W., Sommer.,U., “Limnoecology: the ecology of lakes and streams”, Oxford University Press., (1997).

822. Szlauer, L., „Vertical migrations of zooplankton as elucidated by trap sampling”, *Pol. Arch. Hydrob.*, 8 ,(21)., (1960), 63-86.

823. Szlauer, B., “Zooplankton–based assessment of the lake miedwie (north–western Poland) trophic status”, *EJPAU* 2,(1)., (1999) ,5p.

824. Primicerio, R., “Seasonal changes in Vertical Distribution of Zooplankton in an Oligotrophic, Subarctic Lake (Lake Takvatn, Norway)”. *Limnologica*, 30., (2000), 301-310.

825. Lampert, W., "Vertical distribution of zooplankton: density dependence and evidence for an ideal free distribution with costs". *BMC, Biology* 3 (10), (2005), 1-12.
826. Gliwicz, M., Predation and the evolution of vertical migration in zooplankton. *Nature* 320, (1986), 746-748.
827. Lampert, W., Ultimate causes of diel vertical migration of zooplankton: new evidence for the predator avoidance hypothesis. *Archiv für Hydrobiologie, Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 39, (1993),79–88.
828. Parra,G., Nuno ,G., Matias, F.G., Boavida, M.J ., "Short term fluctuations of zooplankton abundance during autumn circulation in two reservoirs with contrasting trophic state", *Limnetica*, 28, (1), (2009),175-184.
829. Pace, M. L., Findlay, S. E. G., Lints, D., "Zooplankton in advective environments: The Hudson River community and a comparative analysis", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 49., (1992),1060-9.
830. Gudrun, H., Hein ,T., Schiemer ,F., "The significance of hydrological connectivity for limnological processes in Danubian backwaters", *Verh. Internat.Verein. Limnol.*, 25., (1994), 1674-1679.
831. Thorp ,J.H., Black ,A.R., Haag ,K.H., Wehr , J.D ., "Zooplankton Assemblages in the Ohio River : Seasonal, Tributary, and Navigation Dam Effects", *Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 51., (1994),1634-1643.
832. Basu, B.K., Pick F.R., "Factor regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers", *Limnol. Oceanogr*, 41., (1996),1572-1577.
833. Frutos, S.M., Poi de Neiff , A.S.G., Neiff, J.J., "Zooplankton of the Paraguay River : a comparison between sections and hydrological phases", *Ann. Limnol. - Int. J. Lim*, 42 ,(4), (2006), 277-288.
834. Chergui, H., Pattee, A., Essafi, K., Alaoui Mhamdi, M.,"Moroccan Limnology", *Limnology in Developing Countries*, 2., (1999), 235-330.
835. Al-Asadi, M., S., Randerson, P., Benson-Evans,K., " Phytoplankton Population Dynamics in Three West Algerian Rivers: I – The River Cheliff and its Tributary, the River Mina", *Marina Mesopotamica Online* 1, (1), (2006),48 – 72.
836. Ramdani,M., Elkhiaati,N., Flower, R. J.,Thompson, J. R., Chouba,L., Kraiem, M. M., Ayache,F ., Ahmed, M. H., "Environmental influences on the qualitative and quantitative composition of phytoplankton and zooplankton in North African coastal lagoons", *Hydrobiologia*, 622 ., (2009):113–131.
837. Adesalu, T., Bagbe, M., & Dare Keyede, D., "Hydrochemistry and phytoplankton composition of two tidal creeks in South-Western Nigeria". *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. Vol. 58 (3): 827-840, September 2010.*

838. Revaclier, R., « Le phytoplancton du petit lac », Rapp., Comm. Int. Prot. Eaux. Léman contre pollut. Campagne 2000., (2001), 90-108.
839. Anneville, O., Souissi, S., Gammeter, S., Straile, D., "Seasonal and inter-annual scales of variability in phytoplankton assemblages: comparison of phytoplankton dynamics in three peri-alpine lakes over a period of 28 years", *Freshwater Biology*, 49., (2004), 98-115.
840. Abrantes, N., Antunes, S.C., Pereira, M.J., Gonçalves, F., "Seasonal Succession of cladocerans and phytoplankton and their interactions in a shallow Eutrophic lake" ,Lake Vela, Portugal , *Acta Oecologica*, 29., (2006), 54–64.
841. Cellamare ,M., « Évaluation de l'Etat Ecologique des Plans d'Eau Aquitains à partir des Communautés de Producteurs Primaires », Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1., (2009), 334p.
842. Philipose, M. T., « Chlorococcales. Monograph on Algae, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi", ICAR., (1967),365p.
843. Sharma, A., Jarousha, A. M. Kh., Srivastava,P., "Chlorococcales from Jal Mahal Lake, Jaipur- their relevance to composition of water", *J. of Envnt. and Poll.* 6,(4)., (1999), 231-235.
844. Rott, E., "Some results from phytoplankton counting intercalibrations, *Schweiz Z"*, *Hydrobiol* ,43(1)., (1984), 34-62.
845. Busing, N., "Seasonality of phytoplankton as an indicator of trophic status of the large perialpine 'Lago di Garda", *Hydrobiologia*, 369/370., (1998), 153-162.
846. Jyothi, B., Sudhakar, G., Venkateswarlu, V., "Chlorophycean blooms and their ecological aspects", *Intern. J. Environmental Studies*, 40,(2-3)., (1992),151-164.
847. Dodds, W.K., Gudder, D.A., "The Ecology of Cladophora. *Journal of Phycology*", 28., (1992), 415–427.
848. Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L., "Algal ecology freshwater Benthic Ecosystems", *America: Academic Press.*, (1996).
849. Patrick, R., "Aquatic communities as indices of pollution: Indicators of Environmental Quality", *Plenum Publishing Corporation*, New York., (1970), 93 - 100.
850. Sreenivasan, A., Pillai, K. V., Franklin,T., "Limnological study of a shallow water body (Kolovoi Lake) in Tamilnadu", *Indian Hydrobiology*, 2,(2)., (1997),61-69.

851. Srivastava ,N.P., “Plankton status of Ravisankarsagar reservoir”, *Journal of Inland fish Society, India.* 37,(2)., (2005), 43-47.
852. Graham, J. M., Arancibia-Avila,P., Graham, L E., “Effects of pH and selected metals on growth of the filamentous green alga *Mougeotia* under acidic conditions”, *Limnol. Oceanogr.*, 41,(2).,(1996) ,263-270.
843. Biwas, S., “Phytoplankton of Opi Lake Enugu State, Nigeria”, *Verhatnisse in Vereinigungen Limnologie*, 22., (1984), 1180-1184.
854. Kadiri, M.O., Omozusi, H.I., “A pre-pollution study of the phytoplankton of an oligotrophic river in southern Nigeria”, *African Journal of environmental pollution and health.* 1,(1)., (2002),19-27.
855. Tas, B., Gonulol, A .,” An ecologic and taxonomic study on phytoplankton of a shallow lake, Turkey”, *Journal of Environmental Biology*,28, (2) ., (2007),439-445.
856. Hosmani, S. P., Nagarathna ., Mahadev, J., “Scale forming and corrosive tendencies of water in 20 lakes of Mandy district and its relation to phytoplankton”, *IJEP* ,22, (8)., (2002), 852-857.
857. An-Ping, L., Zhang-L.H., Wang,J ., Shi, Z.X ., Tam, F.Y.N.,” Structure of the Phytoplankton Community and Its Relationship to Water Quality in Donghu Lake, Wuhan, China”, *Journal of Integrative Plant Biology* (Formerly *Acta Botanica Sinica*), 47 , (1)., (2005), 27–37.
858. Burton, T. M., Oemke, M. P., Molloy, J. M., “Effects of stream order and alkalinity on the composition of diatom communities in two northern Michigan river systems: Kocielek, J. P. (Ed.), *Proceedings of the 11th International Diatom Symposium*” , California Academy of Sciences, San Francisco., (1990).
859. Almeida, S. F. P., “Use of diatoms for freshwater quality evaluation in Portugal” ,*Limnetica* ,20, (2)., (2001), 205-213
860. Anand, V. K., “Ecology of *Melosira varians* AG. (Bacillariophyceae)”, *J. Environment and Pollution* ,7 ,(4)., (2000), 299-302.
861. Carmichael, W. W., “Toxic microcystin and the environment: Toxic *Microcystis Watanabe*” , M. F. (Ed.), C.R.C. Press, Inc. Boca Raton., (1996),1-11.
862. Chorus, I., Bartram, J., “Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management” , Chapman & Hall, London., (1999).
863. Chorus, I., “Cyanotoxins: occurrence, causes, consequences”, Berlin: Springer., (2001), 357 p.

864. Lampert, W., "Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on *Daphnia*", *Int. Rev. Ges Hydrobiol.* 66., (1981), 285-298.
865. Kotak, B.R., Zurawelli, W., Prepas, E. E., Holmes, C. F. B ., "Microcystin-LR concentration in aquatic food web compartments from lakes of varying trophic status", *Can. J. Fish Aqat. Sci.* 53., (1996), 1974-1985.
866. Pflugmacher, S., Wiegand, C., Beattie, K. A., Codd, G. A., Steinberg, C. E. W., "Uptake of Cyanobacterial hepato-toxin microcystin-LR by aquatic macrophytes", *J. Appl. Bot* ,72., (1998), 228-232.
867. Reynolds, C. S., "Functional morphology and the adaptive strategies of freshwater phytoplankton, In Sandgren, C. D., (Ed.) *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*", Cambridge University Press, New York., (1988),388-433.
868. Kilham, P., Hecky, R. E., "Comparative ecology of marine and freshwater Phytoplankton", *Limnol, Oceanogr.* 33., (1988), 776- 785.
869. Kromkamp, J. C., Heuvel , V. D. A., Mur, L. R., "Phosphorus uptake and photosynthesis by phosphate limited cultures of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*", *Br. Phycol J*, 24., (1992), 347-355.
870. Lindholm, T., Vesterkvist,P., Spoofof,L., Lundberg-Niinisto,C., Meriluoto,J.,"Microcystin occurrence in lakes in Aland, SW Finland", *Hydrobiologia* ,505., (2003), 129-138.
871. Napiórkowska-Krzebietke, A., "Diversity and dynamics of phytoplankton in lakes Licheńskie and Ślesińskie in 2004-2005", *Arch. Pol. Fish.*, 17., (2009),253-265.
872. Davies, O.A., Abowei, J.F.N., Otene, B.B., "Seasonal abundance and distribution of plankton of Minichinda Stream, Niger Delta, Nigeria", *J. Sci. Res.*, 2., (2009),20-30.
873. Syed Tariq, A., Zarina, A., and Shameel, M., Seasonal variation and distribution of euglenophycota in the Punjab *Pak. J. Bot.*, 42(6), (2010), 4371-4378,
874. Wolowski, K., Grabowska, M ., "*Trachelomonas* species as the main component of the euglenophyte community in the Siemianówka Reservoir (Narew River, Poland)", *Ann. Limnol. -Int. J. Lim.*, 43., (2007), 207-218.
875. Visitación, C., Ohira ,E., Gómez,N ., "Euglenophyta from a stream of Pamoean plain subjected to anthropic effects: A Rodriguez, Buenos Aires, Argentina", *Algol. Stud*, 131., (2009),63-86.

876. Behrendt, H., "The chemical composition of phytoplankton and zooplankton in trophic shallow Lakes", *Arch Hydrobiology*, 118, (2), (1990), 129 – 145.
877. Liu, C., Liu, S., Shen C., H., Seasonal variations of phytoplankton community structure in relation to physico-chemical factors in Lake Baiyangdian, China, *Procedia Environmental Sciences*, 2, (2010), 1622–1631.
878. Jafari, N G., Gunale, V R., "Hydrobiological Study of Algae of an Urban Freshwater River", *J. Appl. Sci. Environ. Mgt*, 10 ,(2) ., (2006), 153 – 158.
879. Ragothaman, S., Jaiswal, S., "Studies on the hydrobiology of Tapti river from Jalgaon region (Maharashtra) with reference to phytoplankton", *Poll. Res*, 14., (1995), 181 - 194.
880. Somani, V., Pejaver, M., "Evaluation of pollution in the Lake Masunda, Thane (Maharashtra)", *J. Ecobio*, 20, (2), (2007), 163 – 166.
881. Sharban.L., Sinha, R., "Biomonitoring of a freshwater habitat of ranchi (Hatia dam) on the basis of nygaard's indices", *The Bioscan*, 5, (3), (2010), 495-499.
882. Gołdyn, R., Kozak, A., Romanowicz, W., "Food-web manipulation in the Maltan ski Reservoir", *Hydrobiologia*, 342/343., (1997), 327–333.
883. Ostojić, A., "Comparative ecological study of zooplankton in the Grošnica and Gruža Reservoirs (in Serbian)", PhD thesis, Faculty of Biology, University in Belgrade., (2000), 187 pp.
884. Baca, R.M., Drenner, R.W., "Do effects of piscivorous largemouth bass cascade to the plankton?", *Hydrobiologia*, 316., (1995), 139–151.
885. Kozak, A., Gołdyn, R., "Zooplankton versus phyto-and bacterioplankton in the Maltański Reservoir (Poland) during an extensive biomanipulation experiment", *Journal of Plankton Research*, 26,(1), (2004), 37–48.
886. Jeppesen E, Kronvang B, Meerhoff M, Sondergaard M, Hansen KM, Andersen HE, Lauridsen TL, Liboriussen L, Beklioglu M, Ozen A., "Climate change effects on runoff, catchment phosphorus loading and lake ecological state, and potential adaptations". *J Environ Qual.*, 38(5), (2009), 1930-1941.
887. Jeppesen E, Meerhoff M, Holmgren K, Gonzalez-Bergonzoni I, Teixeira-de Mello F, Declerck SAJ, De Meester L, Sondergaard M, Lauridsen TL, Bjerring R et al., "Impacts of climate warming on lake fish community structure and potential effects on ecosystem function". *Hydrobiologia*, 646(1), (2010), 73-90.