

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE HASSIBA BEN BOUALI CHLEF

Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences Biologiques
Département de Biologie

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Spécialité : SCIENCES DE L'EAU ET BIOCLIMATOLOGIE

THEME

Diversité saisonnière des assemblages phytoplanctoniques dans la retenue de barrage de Sidi-Yacoub (Chlef). Impact des facteurs biotiques et abiotiques sur l'évolution de la qualité de l'eau.

Par :

Houari Abdelkader

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

M. DOUAOUI ABDELKADER	M Conférences	Président
M. SAIDI DJAMEL	M. Conférences	Promoteur
M. M'HAMMEDI BOUZINA MAHFOUD	M. Conférences	Examineur
M. TOUMI MOHAMED	M. Conférences	Examineur
M. SETTI BENALI	Chargé de cours	Examineur

2009

La réalisation de ce travail de mémoire de magister a été possible grâce au support du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

Cette étude a été réalisée pour une partie à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques et une autre partie au sein du barrage de Sidi-Yacoub.

Cette étude ne pouvait aboutir sans la direction de Monsieur Saidi D., maître de conférences à la faculté de Biologie et des sciences agronomiques de Chlef. Je lui dois une sincère reconnaissance pour son soutien indéfectible.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et mon profond respect à Monsieur Douaoui A, maître de conférences à la faculté de biologie et des sciences agronomiques de Chlef, qui a bien voulu accepter d'être président de jury.

Mes sincères remerciements vont également à Monsieur M'Hammedi Bouzina M, maître de conférences à la faculté de biologie et des sciences agronomiques de Chlef, qui a accepté la lourde tâche d'être examinateur pour ce travail.

Je remercie également Monsieur Toumi M, maître de conférences à l'ENES de Kouba, d'avoir bien voulu nous honorer de sa présence et d'avoir accepté de juger ce travail

Enfin un grand merci à Monsieur Setti B, maître assistant chargé de cours à la faculté de biologie et des sciences agronomiques de Chlef, d'avoir également voulu être membre du jury.

Je suis enfin très heureux de pouvoir exprimer ma sympathie à mes amis proches qui n'ont jamais cessé de m'encourager, je leur dois une grande reconnaissance.

Mes remerciements vont également aux enseignants qui ont participé aux enseignements de la filière post-gradué «Sciences de l'eau et bioclimatologie» durant l'année de post graduation 2006/2007, je leur dois également une reconnaissance pour leur compréhension et leurs encouragements.

Je ne peux terminer sans également saluer et remercier mes étudiants, l'encadrement technique de L'ADE de Chlef ainsi que la direction technique du barrage de Sidi-Yacoub pour avoir bien voulu nous seconder pour les prélèvements et les analyses, j'ai une profonde estime pour eux.

A ma famille bien aimée

Table des matières

Introduction

Chap. 1 : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le phytoplancton.....	3
1.1. Nature et caractéristiques des principaux taxons phytoplanctoniques.....	3
1.1.1. Les Cyanophycées.....	3
1.1.2. Les Chlorophycées.....	5
1.1.3. Les Dinophycées.....	6
1.1.4. Les Euglenophycées.....	7
1.1.5. Les Bacillariophycées, ou Diatomophycées.....	7
1.1.6. Les Autres classes.....	8
1.2. Facteurs contrôlant le développement du phytoplancton.....	10
1.2.1. Effets des facteurs abiotiques.....	10
1.2.1.1. Le climat.....	10
1.2.1.2. Nature géologique du bassin versant.....	11
1.2.1.3. Les nutriments.....	12
1.2.2. Effet des facteurs biotiques.....	13
1.3. Action des algues sur le milieu.....	14
1.3.1. Oxygénation.....	14
1.3.2. Consommation du dioxyde de carbone.....	14
1.3.3. Action antibactérienne.....	14
1.3.4. L'eutrophisation.....	15
1.3.5. Les algues en tant qu'indicateurs trophiques.....	15

Chap. 2 : Description du bassin versant du barrage de Sidi-Yacoub

2.1. Description biophysique du bassin.....	18
2.1.1. Le climat.....	18
2.1.1.1. La température.....	18
2.1.1.2. La pluviométrie.....	18
2.1.1.3. L'évapotranspiration.....	18
2.1.1.4. L'humidité.....	19
2.1.1.5. L'insolation.....	19
2.1.1.6. Le vent.....	19
2.1.2. Le réseau hydrographique.....	19
2.1.3. L'hydrologie.....	20
2.1.4. Topographie et paramètres physiographiques.....	20
2.1.5. Géologie et géomorphologie.....	20
2.1.6. Pédologie.....	21
2.1.7. Couvert végétal.....	21

2.2. Description socioéconomique du bassin versant.....	22
2.2.1. Caractéristiques sociodémographiques.....	22
2.2.2. Occupation de la population.....	23
2.2.3. Occupation du sol.....	23
2.2.4. Conclusion.....	23

Chap. 3 : Matériels et méthodes.

3.1. Matériel.....	24
3.1.1. Description du lac réservoir de Sidi Yacoub.....	24
3.1.2. Point et fréquence d'échantillonnage.....	24
3.1.3. Fréquences des prélèvements.....	25
3.2. Méthodes.....	25
3.2.1. Paramètres physico chimiques.....	25
3.2.1.1. Température.....	26
3.2.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	26
3.2.1.3. Conductivité électrique.....	26
3.2.1.4. L'oxygène dissous.....	26
3.2.1.5. La transparence.....	26
3.2.1.6. La turbidité.....	26
3.2.1.7. Les résidus secs (RS).....	26
3.2.1.8. Le temps de séjour de l'eau.....	27
3.2.1.9. Le dosage des nutriments.....	27
3.2.1.10. La chlorophylle (a).....	27
3.2.2. Paramètres biologiques.....	28
3.2.2.1. Analyse qualitative.....	28
3.2.2.2. Analyse quantitative.....	29
3.2.2.3. Analyse structurale.....	30
3.2.3. Traitement statistique.....	32

Chap. 4 : Résultats et discussion

4.1. Contexte hydro climatique de la zone d'étude.....	34
4.2. Evolution des paramètres physico chimiques du plan d'eau.....	38
4.2.1. La température de l'eau.....	38
4.2.2. Le pH de l'eau.....	38
4.2.3. La conductivité de l'eau.....	38
4.2.4. La turbidité de l'eau.....	39
4.2.5. L'oxygène dissous.....	39
4.2.6. La transparence.....	40
4.2.7. Les résidus secs.....	40
4.2.8. Les éléments nutritifs.....	41
4.2.8.1. Les éléments azotés.....	41
4.2.8.2. Les orthophosphates solubles.....	41

4.2.9. La chlorophylle (a).....	42
4.3. L'évolution des paramètres biologiques.....	42
4.3.1. La composition taxonomiques du phytoplancton.....	42
4.3.2. Étude quantitative.....	43
4.3.2.1. Abondance du phytoplancton.....	43
4.3.3. Analyse structurale : diversité et régularité.....	47
4.3.4. Relation entre variables environnementales et phytoplancton.....	50
4.3.4.1. Analyse en composantes principales.....	50
4.3.5. Discussion générale.....	54
4.3.5.1. Influence de l'environnement abiotique	54
4.3.5.2. Influence de l'environnement biotique.....	57
4.3.5.3. Evaluation qualitative de l'eau à partir des indices biotrophiques.....	62
Conclusion générale.....	64
Références bibliographiques.	
Annexes.	
Planches.	

Introduction

Apparues il y a plus de trois milliards d'années, les premières algues étaient des cyanobactéries ou algues bleu-vert. De nos jours elles ont évolués en milliers d'espèces différentes d'organismes photosynthétiques, colonisant presque tous les milieux connus de la biosphère. Situé à la base de la productivité primaire le phytoplancton constitue un maillon primordial des réseaux trophiques permettant notamment le développement de la microfaune planctonique et des poissons lacustres. La capacité des algues à croître et à se développer dans les milieux aquatiques est le résultat d'interactions complexes entre les processus hydrologiques, physiques, chimiques, et biologiques. La biomasse de chaque espèce est déterminée par les processus de gain et de perte qui sont eux mêmes liés aux conditions de l'environnement, Dabadie (1999).

Les variations saisonnières ont une grande influence sur ces processus de gain et de perte, puisqu'elles sont responsables entre autre de variations de température, de lumière, d'hydrologie et de quantités d'éléments nutritifs. Ces variations auront des impacts différents selon les espèces puisque chacune répond aux changements de l'environnement en fonction de ses caractéristiques propres entraînant une succession des communautés phytoplanctoniques.

Par ailleurs d'un point de vue plus appliqué, le phytoplancton a un rôle majeur dans le contrôle de la qualité de l'eau en amont du cours d'eau, conditionnant la qualité de celle restituée en aval. En effet la photosynthèse du phytoplancton est une des sources principales de l'oxygénation de l'eau dont le taux sera très fortement altéré par la dégradation de l'énorme quantité de biomasse laissée en fin de cycle. Mais la production du phytoplancton est en même temps une nouvelle source de matière organique, entrant dans la boucle microbienne et consommatrice d'oxygène.

En Algérie les bilans de la qualité des ressources en eau sont régulièrement réalisés au niveau des principaux bassins hydrologiques du pays, principalement par l'agence nationale de ressources hydriques (A.N.R.H) et les agences de l'eau (A.D.E). Les analyses

effectuées dans ce sens sont essentiellement d'ordres physico-chimiques et microbiologiques. Cependant les analyses deviennent insuffisantes face à la grande diversité des molécules chimiques à analyser et à l'intermittence des sources de pollution dans le temps. Ces mesures traditionnelles ne fournissent pas d'informations à propos des effets de ces impacts sur les communautés biologiques qui sont affectées par des conditions environnementales altérées. De plus les analyses physico-chimiques ne sont représentatives qu'au moment où les prélèvements sont effectués, contrairement aux organismes vivants qui intègrent les variations de la qualité de l'eau sur des périodes de temps plus ou moins longues. La gestion des ressources aquatiques devrait alors être une symbiose entre l'analyse et la compréhension de la dynamique des communautés biologiques et les autres disciplines.

La retenue de barrage de Sidi-Yacoub est un réservoir destiné essentiellement à la production d'eau potable. Cette situation nous offre une opportunité très intéressante pour entamer l'étude des processus chimiques, physiques, hydro climatiques et biologiques régissant le fonctionnement d'un lac artificiel. Dans le cas du Phytoplancton, elle permet notamment l'étude de la colonisation et de l'installation d'un peuplement algal à partir d'un cours d'eau, l'Oued Lardjem. Par ailleurs s'agissant de cette région la flore phytoplanctonique est peu connue. L'objectif de ce travail est de présenter les résultats d'une étude concernant les assemblages phytoplanctoniques, tout le long d'un cycle de production (une année), en terme d'abondance, composition, structure, type d'association fonctionnelle en essayant d'intégrer les processus physiques, chimiques et climatiques afin de nous permettre d'apporter les premiers éléments d'interprétations du fonctionnement du compartiment phytoplanctonique dans le lac réservoir de Sidi Yacoub.

Chap. 1 : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le phytoplancton.

Elément essentiel de la productivité primaire, le phytoplancton est composé d'organismes unicellulaires, filamenteux ou coloniaux, microscopiques en suspension dans la colonne d'eau. Grâce à la présence de pigments chlorophylliens dont majoritairement la chlorophylle a. Qualifiés de thallophytes, c'est-à-dire dépourvus de tiges, racines et vaisseaux conducteurs, leur mode de vie, principalement dominé par un métabolisme autotrophe, a besoin de l'existence de lumière, source principale de leur énergie. Cependant quelques groupes du phytoplancton, comme les dinoflagellés, sont hétérotrophes utilisant la matière organique en suspension dans l'eau pour leurs besoins énergétiques. Espèces cosmopolites, les algues sont distribuées dans tous les milieux connus, même les plus extrêmes.

1.1. Nature et caractéristiques des principaux taxons phytoplanctoniques.

D'après Angelli (1980), Pierre (2001) et De Riviers (2003), les algues les mieux représentés en eaux douces appartiennent aux classes suivantes.

1.1.1. Les Cyanophycées.

Dénommées également algues bleus, possèdent des cellules de type procaryotes dépourvues de noyaux individualisés, à l'inverse des autres groupes qui sont des eucaryotes, ce qui les apparentes aux bactéries. Aussi divers auteurs, Pierre (2001), De-Riviers (2003), Ramade (2005), préfèrent les citer « Cyanobactéries ». Ces organismes peuvent être reconnus sur la base de critères morphologiques ou cellulaires. L'appareil est coccoïde, colonial ou filamenteux. Ils ne possèdent pas de flagelles, ils sont souvent recouverts d'une enveloppe mucilagineuse. Les pigments présents dans la cellule sont nombreux : chlorophylle verte a et c, phycocyanine bleu-vert, phycoérythrine rouge et pigments d'accompagnement, p carotène et xanthophylles jaunes ou ochracés. Certaines espèces ne possèdent que de la chlorophylle a. Ces pigments ne sont pas portés par des

plastes mais sont diffus dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène. Le mélange de ces pigments dans le cytoplasme donne en général la teinte bleu-vert, caractéristique des Cyanophycées. Mais on rencontre aussi des teintes vert noirâtres, brunâtres, rouges, bleues ou même violettes. Les réserves cellulaires sont constituées par un corps très voisin du glycogène dispersé en particules très petites. Elles prennent une teinte acajou au contact d'une solution iodo-iodurée. Les Cyanophycées ne possèdent pas de formes flagellées. Ils peuvent renfermer des vacuoles gazeuses leur permettant le contrôle de la flottabilité ce qui leur permet de se déplacer vers le haut ou vers le bas de la colonne d'eau en fonction des contraintes liées à l'éclairement.

_Habitat. Les Cyanophycées colonisent des habitats variés. Ce sont des espèces dulçaquicoles et marines, planctoniques aussi bien que benthiques, aériennes dans l'atmosphère, présentes dans les poussières domestiques, dans les sols humides, les murs, enfin présentes dans tous les milieux tolérant des températures jusqu'à 70°C. On les rencontre dans les eaux les plus pures de montagne aux eaux les plus saturées en sel. Certaines espèces du genre *Nostoc* réalisent des symbioses avec des racines de *Cycas*, tissus d'Hépatiques, des lichens et même des champignons du genre *Geosiphon*, Frontier et Pichod-Viale (1998)..

_Importance écologique. Les Cyanophycées du genre *Spirulines* qu'on trouve au lac Tchad sont connues pour être consommés par la population locale Angellier (2003). Les Cyanophycées représentent souvent les derniers êtres capables de supporter l'agressivité du milieu. D'autre part certaines espèces sont capables de métaboliser l'azote atmosphérique grâce à l'existence de cellules spécialisées « les heterocystes ». Les *Anabaenae* vivants en rizière peuvent fixer jusqu'à 40 kg d'azote /Ha/an. Malheureusement les Cyanophycées peuvent poser des problèmes si leurs effectifs croissent de façon démesurée. Les proliférations formées alors, visibles, sont des fleurs d'eau « blooms ». Ces dernières sont souvent de couleur verte et à l'aspect visqueux au

toucher, Blais (2002). Ces proliférations sont connues pour être liées à des causes d'enrichissement des eaux en nutriments, principalement en azote et à plus fort degré en phosphore. Parmi les nuisances relevées par cet auteur on cite la production de toxines. En trop grande quantité ces dernières peuvent porter atteinte à la santé des usagers des milieux aquatiques. Trois catégories de toxines sont souvent rapportées par la littérature, Vaquer et *al* (1997), Pierre(2001), et Binderheim E., Göggel W (2007)

-Les endotoxines du type lipopolysaccharidiques (LPS).

-Les hepatotoxines (toxiques pour le foie).

-Les neurotoxines (agissant sur l'influx nerveux).

Les espèces les plus fréquemment incriminées sont *Anabaenae flos aqua*, *Aphanizomenon flos aqua* et *Microcystis aeruginosae*.

1.1.2. Les Chlorophycées.

Dénommées algues vertes, les Chlorophycées constituent un groupe gigantesque, 550 à 570 genres, et 16000 à 17000 espèces selon De Riviers (2003). Elles constituent un ensemble homogène avec une grande diversité morphologique et cytologique. Concernant leur détermination, la flore de Bourrely (1966) fait référence en ce domaine. L'appareil végétatif des algues vertes présente une grande diversité de niveau d'organisation. Individus unicellulaires, flagellés ou non, jusqu'à des thalles morphologiquement complexes (Charales). Les Chlorophycées possèdent des plastes d'un vert franc contenant de la chlorophylle a et b associée à de l' α et β carotène et des xanthophylles identiques à celles des plantes supérieures. Les réserves sont constituées d'amidon intraplastidial colorable en bleu par la solution iodo-iodurée. Les formes nageuses possèdent en général deux ou quatre flagelles de même taille.

-**habitat.** Majoritairement microscopiques et dulçaquicoles, on les rencontre dans presque tous les milieux. Elles peuvent être marines, d'eaux saumâtres, terrestres ou subaériennes. On les rencontre dans les salines, neiges, déserts, les cendres volcaniques,

sur les sols ou l'écorce des arbres. Elles peuvent être épi-endophytes, épi-endozoïque et parfois pathogènes, Iltis (1982) et De-Riviers (2003).

Compte de leur importance écologique, les espèces d'eau douce les plus rencontrées appartiennent aux ordres suivants :

-*Zygnematales* : avec les genres : *Cosmarium*, *Closterium*, *Staurastrum*, *Xanthidium*. Ils caractérisent des eaux riches en acides humiques, acides organiques, fer et en chrome.

-*Volvocales* : avec des genres très communs tels que *Chlamydomonas*, *Gonium* et *Pandorina*. Selon les espèces, les représentants de cet ordre ont une préférence marquée pour les eaux riches en azote, particulièrement l'ammoniac et les nitrates, et en substances organiques (effluents d'abattoirs, laiteries, brasseries...), donc douées d'une grande souplesse quant à leur métabolisme Angelli (1980).

-*Chlorococcales* : cet ordre inclut des genres très ubiquistes, *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Ankistrodesmus*, *Selenastrum*, généralement bien représentés dans les milieux riches en hydrates de carbone, (aval d'effluents d'égouts, papeteries), capables pour certaines de se développer en anaérobiose en fermentant les sucres tel que le glucose. Les algues qui présentent les plus larges tolérances aux conditions ambiantes et les taux de croissance les plus élevés se recrutent parmi les espèces du genre *Chlorella*. Leurs respirations se trouvent stimulées en présence de cyanures, alors que ces derniers inhibent la respiration de la majorité des autres formes de vie.

1.1.3. Les Dinophycées.

Appelés également les Péridiniens, ils sont majoritairement unicellulaires avec quelques espèces filamenteuses. Les espèces de cette classe possèdent deux flagelles à fouets dirigés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre, l'un longitudinal, l'autre transversal. Elles ont un très gros noyau à structure filamenteuse. Les Dinophycées contiennent de la chlorophylle a et c, Ngansoumana (2006).

-Habitat. Majoritairement planctoniques, ils sont à 90 % marines, mais il existe de nombreuses espèces dulçaquicoles. Très abondantes dans les eaux chaudes, elles peuvent être responsables de fleurs d'eau sans conséquences fâcheuses.

-Importance écologique. Certaines Dinophycées marines sont réputées être toxiques. Le genre *Dinophysis* contient des toxines diarrhéiques alors que le genre *Alexandrium* est réputé pour ses toxines paralysantes, voire mortelles à fortes bioconcentration par les moules de culture. Les Dinophycées constituent le deuxième plus important producteur primaire après les Diatomophycées en eaux côtières, Margalef (1984) et De-Riviers (2003).

1.1.4. Les Euglenophycées.

Algues, également majoritairement unicellulaires, flagellées rarement coloniales, elles contiennent de la chlorophylle a et b associée à du β carotène et des xanthophylles.

Les espèces sont dulçaquicoles surtout en milieux riches en matières organiques. Marines ou d'eaux saumâtres, elles se rencontrent en sols humides, dans les vases ou même dans l'intestin des batraciens. Le genre *Euglena*, est connu pour être utilisé en expérimentation physiologique et fait l'objet d'intenses recherches dans les mécanismes de la photosynthèse De-Riviers (2003). Pour la plupart des espèces d'Euglenales, la seule forme d'azote minérale utilisable est l'ammoniac Angelli (1980). D'après cet auteur, ces espèces sont également connues pour être très résistantes vis à vis du chrome, des sulfures, des eaux à pH très acides ou très basiques. Elles sont capables de se développer en anaérobiose et constituent d'intéressants indicateurs biologiques de la pollution des milieux aquatiques à l'image des genres, *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*,.

1.1.5. Les Diatomophycées (Bacillariophycées).

Contiennent également de la chlorophylle a et c, ce sont toujours des formes unicellulaires, parfois coloniales, dont la cellule est enfermée dans une enveloppe siliceuse à deux valves « le frustule ». Ce dernier très finement ornementé de manière

spécifique. La reconnaissance systématique repose fondamentalement sur cette ornementation Pierre (2001). Les cellules comportent un noyau plus ou moins central et un ou plusieurs plastes. Elles sont dépourvues de flagelles, mais celles possédant un raphé (fente sur le frustule) peuvent se mouvoir sur un substrat en excréant des substances mucilagineuses. Les diatomées sont presque toujours autotrophes. Par ailleurs cette classe est principalement composée des groupes suivants :

-Les Centrophycideae, regroupant des diatomées dont les valves sont circulaires polygonales ou elliptiques dans ce cas l'ornementation obéit à un axe de symétrie.

-Les Pennatophycideae, regroupant des diatomées avec des valves allongées et généralement avec une symétrie bilatérale. Pierre (2001).

-Habitat. Extrêmement répandues dans la nature, aptes à coloniser tous les milieux aquatiques, benthiques ou planctoniques, dulçaquicoles, d'eaux saumâtres ou marines, stagnantes ou courantes des régions arides ou tempérées. Cependant les espèces peuvent présenter des préférences marquées pour certains facteurs de l'environnement. Le genre *Melosira*, est souvent cité pour sa capacité à proliférer dans des effluents de raffinerie et tolérant des températures élevées, l'espèce *Nitzschia palea* pour sa résistance au cuivre, aux phénols et au chrome et de *Navicula accommoda* dans les rejets d'égouts, effluents d'abattoirs Angelli (1980).

-Intérêt écologique. Les diatomées sont utilisées comme indicateurs stratigraphiques en exploration pétrolière, comme bioindicateurs de la qualité des eaux douces (ID. indice diatomique), pour la reconstitution des paléoenvironnements, pour le verdissement des huîtres, comme fourrage pour l'aquaculture, dans le diagnostic de la noyade en médecine légale. Par ailleurs il existe très peu d'espèces dangereuses à l'exception du genre *Pseudonitzschia*, qui contient un acide domoïque à l'origine de mortalité. Les eaux potables sont filtrées pour éviter que des frustules (enveloppes siliceuses) ne s'accumulent dans les reins Angelli (1980).

1.1.6. Les autres classes.

Dans le phytoplancton d'eau douce différents groupes d'algues brunes et jaunes peuvent être rencontrés ce sont surtout :

-Chrysophycées, Xanthophycées, Cryptophycées, la plupart de ces classes renferment des espèces assez communes dans des eaux de bonne qualité, ces algues sont les premières touchées par les polluants.

On peut résumer les caractéristiques des différentes classes d'algues au point de vue coloration et morphologie (d'après BOURRELLY, 1966) :

1. Pigments diversement colorés dispersés dans le cytoplasme,
Rarement vert-pur, pas de plaste..... **CYANOPHYTES**
1. Pigments portés par un ou plusieurs plastes
 2. Plastés d'un vert franc.
 3. Amidon dans les plastés colorable par l'iode.... ..**CHLOROPHYTES**
 3. Paramylon hors des plastés non colorable par l'iode.....**EUGLÉNOPHYTES**
 3. Ni amidon, ni paramylon.
 4. Cellules non flagellées ou flagellées à petit nombre de
Plastes vertes..... ..**XANTHOPHYCÉES**
 4. Cellules dans une logette siliceuse bivalve..... ..**DIATOMOPHYCÉES**
 2. Plastés jaune-vert, bleus, rouges bruns ou jaunes
 3. Pas d'amidon
 4. Sporangés pluri- et uniloculaires..... ..**PHÉOPHYCÉES**
 4. Pas de sporangés pluri et uniloculaires.
 5. Loge siliceuse à 2 valves..... ..**DIATOMOPHYCÉES**
 5. Pas de loge siliceuse bivalve.
 6. Plastés jaunes ou bruns..... ..**CHRYSOPHYCÉES**
 6. Plastés jaune-vert..... ..**XANTHOPHYCÉES**
 3. De l'amidon véritable
 4. Cellules nageuses à sillon équatorial et longitudinal.....**DINOPHYCÉES**
 4. Cellules nageuses de forme différente..... ..**CRYPTOPHYCÉES**
 3. De l'amidon floridéen, pas de cellules nageuses**RHODOPHYTES**

1.2. Facteurs contrôlant le développement du phytoplancton.

On appelle facteurs écologiques tout élément susceptibles d'agir sur les êtres vivants, au moins durant une partie de leur développement Leveque (2001). On distingue classiquement les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques.

1.2.1. Effets des facteurs abiotiques.

D'après Findley et Klingh (1994), les populations phytoplanctoniques varient avec les saisons et dépendent de facteurs à la fois physique et chimiques. Les concentrations de nutriments et leurs proportions stoechiométriques constituent des indicateurs fondamentaux de prolifération phytoplanctoniques. La dynamique d'un écosystème, en fonction de sa localisation géographique est ainsi sous le contrôle de plusieurs paramètres abiotiques en interaction qui relèvent à la fois du climat et des conditions lithologiques.

1.2.1.1. Le climat.

Le climat est le principal facteur de répartition et de la dynamique des écosystèmes Angelier (2003), Ramade (2005).

-La température. Paramètre actif, la température agit sur la rapidité des processus biologiques. Par opposition aux milieux terrestres, la température en milieux aquatiques est plus tamponnée et moins sujette aux variations. Il n'est pas rare d'observer des phénomènes de stratification thermique (figure 1.1), qui résultent en partie à l'action du vent.

-Le vent. Il joue un rôle important dans le cycle de l'eau. Il augmente l'évaporation consommatrice d'énergie et a donc un pouvoir de refroidissement considérable Ricklifs et Miller (2005). Dans les systèmes aquatiques le vent détermine la profondeur maximale à laquelle se fait sentir l'action du vent. L'eau brassée devient homogène sur toute la hauteur d'une couche de mélange. Par ailleurs ce processus y assure une bonne oxygénation dans les lacs profonds. D'autre part dans les lacs moins profonds on

observe une remise en suspension du sédiment avec comme conséquences, une augmentation de la turbidité, réduction de la transparence et de la pénétration de la

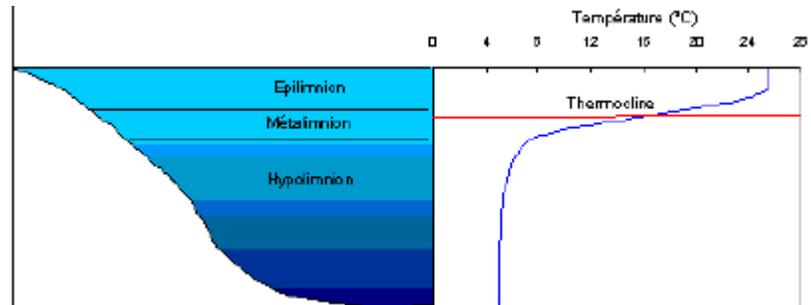


Figure 1.1 : Stratification thermique Gaumme et al (2001).

Lumière. La limitation de la croissance des organismes photosynthétiques entraîne progressivement une anoxie de la masse d'eau au fond du lac Pourcher (1990).

-La lumière. D'après Angelier (2000), Les hautes intensités lumineuses ont une action inhibitrice sur le mécanisme photosynthétique ainsi que sur l'activité fixatrice des microorganismes photosynthétiques fixateurs d'azote. La répartition spatiale des cyanobactéries est localisée préférentiellement en zones ombragées dans les milieux terrestres ou à quelques millimètres au dessous de la surface du sol. En milieu aquatique, Horne et Fogg (1970) ont observé une dominance des Chlorophycées filamenteuses en surface et des cyanobactéries en profondeur. De ce fait ce groupe phytoplanctonique évite les surfaces trop exposées.

1.2.1.2. Nature géologique du bassin versant.

Les bassins versants constituent un système dynamique d'érosion, de transport et de sédimentation. C'est un système ouvert qui est le siège d'entrée et de sortie et transfert des flux de matières et d'énergie Leveque (2001). Il est donc évident pour cet auteur que les facteurs géolithologiques, la nature des terrains traversés, la couverture végétale, les activités anthropiques ainsi que la profondeur, la morphométrie de la cuvette et la

stratification thermique exercent une influence importante sur la composition de la communauté phytoplanctonique en imposant la qualité physico-chimique de l'eau.

1.2.1.3. Les nutriments.

Les éléments nutritifs sont des composés essentiels à la croissance et à la survie des organismes. Leurs apports dans un écosystème influent grandement sur l'abondance de la vie végétale et animale ainsi que sur le genre et la variété des espèces. Par ailleurs l'essor démographique et les activités humaines ont considérablement accru la biodisponibilité de deux éléments nutritifs clefs de l'environnement, soit l'azote et le phosphore. Les principales formes et origines des apports sont dues aux.

-rejets domestiques

-rejets industriels

-rejets diffus (issus du lessivage des sols)

D'après Barroin (1999) et Leveque (2001), dans les écosystèmes aquatiques continentaux, le phosphore est généralement considéré comme le principal facteur limitant. Le cycle du phosphore débute dans le bassin versant où les cours d'eaux altèrent et érodent les roches et transportent le phosphore sous ses principales formes (orthophosphates : P-PO₄ et Phosphore total : PT). Dans les régions fortement anthropisées, les proportions peuvent être considérablement modifiées. En milieux aquatiques la forme minérale soluble du phosphore est rapidement assimilée, de sorte que les teneurs y sont très faibles de l'ordre de 0.01mg.l⁻¹ pour les ortho- phosphates (PO₄⁻) et de 0.025 mg.l⁻¹ pour le phosphore dissous incluant les formes organiques Cemagref (2003). Cette rareté qui peut être transitoire est liée aux faits suivants :

En eau bien oxygénée le phosphore se combine à d'autres éléments (fer, aluminium, calcium) pour former des composés insolubles qui précipitent au niveau du sédiment de fond. Il se produit également des phénomènes d'adsorption des ions phosphates sur des

argiles, sur des constituants organiques et surtout sur des hydroxydes et oxydes métalliques Leveque (2001).

Cependant, ce piégeage n'est pas définitif ; l'immobilisation du phosphore dépend essentiellement des conditions d'oxygénation et du pH de ces milieux. En conditions anoxiques, il y a solubilisation d'une partie du phosphore immobilisé, notamment par réduction et solubilisation des formes oxydées du manganèse et du fer et hydrolyse des phosphates de fer et d'aluminium conduisant au relargage du phosphore adsorbé à partir des sédiments de fond. Dans les lacs en périodes de destratification qui se produit généralement en fin d'été les eaux de l'hypolimnion (eaux de fond) se mélangent à celles de l'epilimnion (eaux de surface) et les enrichissent en phosphore minérale qui devient ainsi disponible pour la production primaire Himmin et al (2005).

1.2.2. Effet des facteurs biotiques.

Appelés aussi facteurs dépendants de la densité, correspondent à l'ensemble des interactions entre individus (prédation, compétition, mutualisme, etc.) Leveque (2001). Etendant sa définition Ramade (2005) réunit sous ce vocable la totalité des paramètres physico-chimiques ou biologiques qui découlent de l'existence de l'action des êtres vivants entre eux et sur les milieux. Cet auteur distingue :

a/ Les facteurs physico-chimiques d'origine biotique conséquences des activités métaboliques et par les sécrétions dans le milieu de substances favorables ou toxiques pour les autres espèces.

b/ Les facteurs trophiques de nature biologique, à l'exemple des sels nutritifs libérés dans les eaux (ou le sol) sous l'action de la décomposition.

c/ Les facteurs intraspécifiques, qui regroupent les interactions se déroulant à l'intérieur d'une même espèce (entre individus).

d/ Les facteurs interspécifiques, qui concernent les interactions entre populations d'espèces différentes (facteurs de prédation et de parasitisme).

1.5. Action des algues sur le milieu.

Les algues du phytoplancton ont une influence directe sur les conditions physico-chimiques d'un écosystème aquatique. Barroin (1999)

1.5.1. Oxygénation.

L'oxygène est présent dans l'eau sous forme dissoute ou gazeuse. A une température donnée et à une pression donnée, il existe une quantité maximale d'oxygène sous forme dissoute. C'est la teneur en O₂ pour laquelle l'eau est saturée à 100%, Dabbadie (1992). La présence de l'oxygène dans l'eau est le fait de la diffusion de l'air dans l'eau à partir de la surface et surtout de l'activité photosynthétique. D'après Valyron (1989), dans un milieu contenant beaucoup d'algues et peu de consommateurs (bactéries, zooplancton, poissons), la teneur en O₂ varie au cours de la journée ; minimale le matin, elle peut atteindre ou dépasser les 100% de saturation le soir.

1.5.2. Consommation du dioxyde de carbone.

La consommation de CO₂ par les algues au cours de la photosynthèse va principalement se traduire par une augmentation du pH, Cette augmentation de pH du fait de la mobilisation du CO₂ par l'activité photosynthétique peut induire à l'ionisation de certains ions. Ainsi la forme toxique de l'ammoniaque NH₃ devient de plus en plus élevée quand le pH s'élève. L'incidence peut être fatale pour divers organismes aquatiques tels que le zooplancton (rotifères et daphnies) Dabbadie (1992).

1.5.3. Action antibactérienne.

Divers facteurs peuvent l'expliquer :

-L'augmentation du pH est défavorable pour les bactéries pathogènes

-compétition pour les nutriments

-libération de substances inhibitrices antibactériennes, on cite la chlorelline produite par l'algue *Chlorella vulgaris*, la scenedesmine par *Scenedesmus quadricauda*, la pandorinine par *Pandorina morum*, et la phormidine par *Phormidium spp.*

1.5.4. L'eutrophisation.

Le terme « eutrophe » a d'abord été proposé pour caractériser la fertilité des sols puis fut introduit en limnologie en 1913 et 1919 par Thienemann et Neumann pour différencier des lacs productifs et non productifs de différents milieux Anneville et *al* (2001). Par la suite on a pu comprendre qu'au cours de son évolution, un lac tend naturellement à passer d'un état oligotrophe à un état eutrophe d'où l'origine selon les mêmes auteurs du terme « eutrophisation ». Le vieillissement accéléré des lacs se révéla un véritable problème dans la mesure où des forts développements algaux qui s'en suivent posent des entraves à l'utilisation des ressources en eaux. L'importance des besoins en eaux pour de multiples usages et l'augmentation des nuisances liées à l'eutrophisation accélérée ont poussé à intensifier les recherches sur les causes de ces efflorescences algales :

-rôle des facteurs ascendants (hydrodynamiques et nutriments).

-rôle des facteurs descendants (structure du réseau trophique et ses conséquences à travers la prédation et le broutage par le zooplancton) Pinnel-Alloul et *al*. (1998).

L'apport d'éléments nutritifs peut entraîner des risques accrus pour la santé humaine suite à la contamination des eaux dues à la prolifération d'algues.

Elément clef du métabolisme cellulaire, le phosphore est naturellement rare en milieu aquatique, à la différence de l'azote et du carbone qui disposent d'une source quasi inépuisable (l'atmosphère et les processus biologiques de régulation que sont le couple fixation /dénitrification et photosynthèse/respiration) Barroin (1999).

Dans la cellule algale le rapport N/P est approximativement compris entre 7 et 10. Toute eau définie par $N/P > 10$ fait du phosphore le facteur limitant, alors que si $N/P < 7$ c'est l'azote qui limite. Les effets majeurs de l'enrichissement des eaux en nutriments définissent le phénomène de l'eutrophisation Jacquet (2005). Parmi les effets majeurs relevés par cet auteur on a :

-Accroissement de la biomasse phytoplanktonique

- Changement de la composition en espèces vers des taxons pouvant être plus toxiques.
- Diminution de la richesse spécifique.
- Accroissement des fleurs d'eau visibles.
- Réduction de transparence de l'eau.
- L'élévation du pH et la diminution de l'oxygène dissous dans la colonne d'eau suite à une forte demande en oxygène par les bactéries qui décomposent la biomasse morte produite en abondance.

D'autre part, selon Bouchrai (1992), l'eutrophisation complique la filière et l'exploitation des installations de potabilisation des eaux par :

- Elévation de la consommation d'agents oxydants et de floculants ainsi que la formation d'haloformes nuisibles.
- Développement de goût et d'odeurs dans l'eau distribuée suite à la présence d'algues indésirables notamment les Cyanophycées.
- Risques d'apparition de toxines.
- Surconsommation de chlore.
- Colmatage prématuré des filtres ayant pour effet d'augmenter la fréquence de lavage de ces derniers.
- Accroissement des frais d'investissement et de fonctionnement des stations de potabilisation.

1.5.5. Les algues en tant qu'indicateurs trophiques.

Angelli (1980), définit le degré trophique d'une eau comme son aptitude à produire une biomasse végétale ou animale plus ou moins abondante. D'après cette définition on distingue ainsi des milieux aquatiques oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe selon leur richesse croissante en éléments nutritifs assimilables.

De nombreux travaux cités par Annville et *al* (2001) ont associé des disparitions ou des modifications dans la composition des associations phytoplanctoniques avec le

processus d'eutrophisation. Ces observations montrent que les espèces sont de bons indicateurs car répondant souvent bien aux changements de concentrations en nutriments. La notion de groupes fonctionnels au sein d'un écosystème développé par Reynolds (1998) est basée sur la représentation d'un ensemble d'espèces phytoplanctoniques qui donnent de bonnes indications quant à l'état trophique du milieu. Par exemple l'association algale *Ceratium*-*Microcystis*-*Aulacoseira* est caractéristique de la communauté estivale des lacs eutrophes alors qu'*Euglena* - *Phacus* - *Lepocilinis* se retrouveraient en lacs hypereutrophes Reynolds (1998).

Chap. 2 Description du bassin versant du barrage de Sidi -Yacoub.

2.1. Description biophysique du bassin.

2.1.1. Le climat.

2.1.1.1. Température.

La zone d'étude est caractérisée par un climat aride et sec. Les températures moyennes mensuelles relevées par la station de l'ONM Chlef durant la période 1968-2004 et 1967-98 à partir des stations de Souk El Had (01-23-04) et Ouled Ben AEK (01-23-08), nous montrent que les valeurs mensuelles maximales et minimales moyennes sont respectivement de 26.4 °C et 7.4 °C. Le mois de janvier présente les plus basses températures, alors que le mois de d'Aout est le mois le plus chaud.

Tableau 2.1 : Caractéristiques climatiques du bassin versant du barrage de S-Yacoub

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Annuel
Pluviométrie (mm)	20	48	57	70	70	70	65	52	36	6	2	4	500
ETP (mm)	145	90	50	30	35	50	85	120	155	200	225	205	1390
T°C	22,9	17,9	12,2	8,9	7,4	8,1	11	12,5	16,8	21,9	24,7	23,4	15,9

Source : ONM (Chlef) (2008)

2. 1.1.1. Les précipitations.

La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin versant à l'amont du barrage de Sidi-Yacoub est de 500 mm. Les précipitations moyennes mensuelles varient de 2 mm au mois de juillet à 70 mm mensuellement de décembre à février.

2.1.1.2. Evapotranspiration.

L'évapotranspiration annuelle est d'environ 1390 mm. La superposition des valeurs de la pluviométrie à celles l'évapotranspiration potentielle (Fig. 2.1) permet de repérer les mois déficitaires en eau. En effet le déficit hydrique est de 993 mm et s'étale des mois de mars à octobre. Par ailleurs un surplus est enregistré des mois de novembre à février et atteint 103 mm.

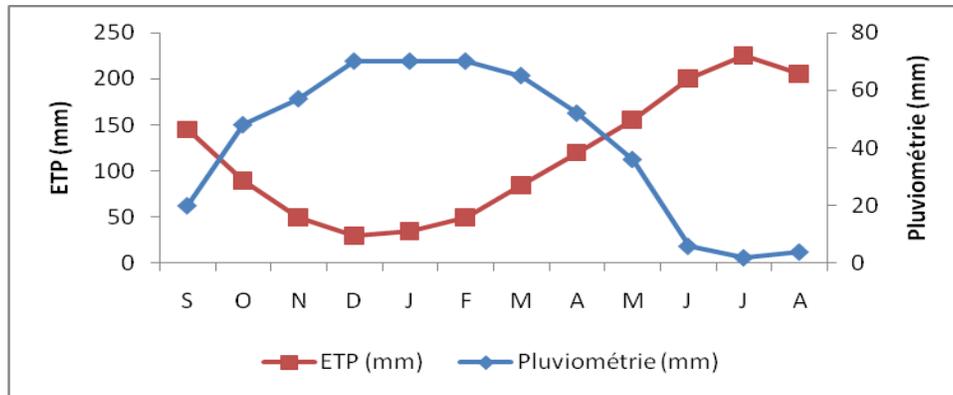


Figure 2.1 : Précipitations et évaporation sur le bassin versant du barrage de Sidi Yacoub

2.1.1.4. Humidité.

D'après Tecsalt (2005), l'humidité relative moyenne annuelle dans la région du bassin versant du barrage de Sidi Yacoub est estimée à environs 66% et les valeurs extrêmes seraient de 77% en janvier et 61% en juin.

2.1.1.5. Insolation.

L'insolation journalière moyenne sur le bassin versant du barrage de Sidi-Yacoub est estimée à 7,9 heures /jour et les valeurs varient de 4,9 heures/jour en décembre à 11,0 heures/jour en juillet et aout.

2.1.1.6. Vent.

La vitesse annuelle moyenne du vent dans la région du bassin de Sidi-Yacoub est estimée à 2,7 m/s et varient de 2.2 m/s à 3.3 m/s au cours de l'année. Les vents dominants sont variés : E 12%, NO 8%, O 17%, SE 11%.

2.1.2. Réseau hydrographique.

Le site du barrage est situé sur l'Oued Lardjem près de la ville EL Aédjail. La figure (3.1) localise le barrage et son bassin versant. Les coordonnées géographiques du barrage sont :

$$E : 1^{\circ}18' 49'' \quad N : 35^{\circ} 58' 34''$$

Le bassin versant du barrage de Sidi Yacoub est compris dans le bassin régional 01, soit le Cheliff, de la région hydrographique 2 Chlef-Zahrez. L'oued principal a une pente

moyenne de 6.39 m/km. La densité de drainage du réseau hydrographique est de 3.68 km/km².

2.1.3. Hydrologie.

L'apport moyen annuel de l'oued Lardjem est de 31.34 x10⁶ m³. Depuis la mise en marche du barrage, l'apport annuel maximum enregistré a été de 72 x 10⁶ m³ en 1986/1987 alors que l'apport minimal enregistré était de 8x10⁶m³ en 1992/1993. La plus forte crue enregistrée a été en date du 23/02/1987 (estimée à 9x10⁶m³) ABH (2005).

Du fait de l'érosion du bassin versant, le barrage accumule chaque année des volumes de vase entraînant une réduction progressive de sa capacité totale. D'après l'ANBT (1985), les mesures hydrologiques indiquent une érosion spécifique de 2349 tonnes /km/an et une concentration de 18 g/l.

2.1.4. Topographie et paramètres physiographiques.

Le bassin versant du barrage de Sidi-Yacoub couvre une superficie de 925,9 km² qui s'étend en forme de croissant avec un périmètre totalisant 201 km.

Le bassin du barrage de Sidi Yacoub comporte deux grandes unités de paysages, soit, une région montagneuse au Sud et Est et une région relativement plane au Nord. Le dénivelé maximal du bassin atteint 1159 m, en débutant à environs 261 m à l'embouchure, pour culminer à 1820 m sur la limite SUD-EST du bassin Tecult (2005).

2.1.5. Géologie et géomorphologie.

Le bassin versant du barrage de Sidi Yacoub se situe au Nord Ouest de l'Algérie dans le domaine de l'Atlas tellien. L'ensemble du bassin versant présente un relief en général accidenté. L'Oued Lardjem constitue le cours d'eau principal du bassin versant. Il prend sa source dans les montagnes de l'Ouarsenis et se déverse dans l'oued Cheliff, c'est le plus long cours d'eau avec 384 km. Il est composé de quatre effluents principaux : Oued Kouassono, Tamelahet, Lardjem et Bouarb.

Les roches présentes dans le bassin versant sont d'origines sédimentaires d'âge compris entre le Trias et le Miocène. Les dépôts quaternaires sont localisés le long des oueds ou dans les plaines alluviales. Les dépôts sont généralement caillouteux. Les alluvions récentes sont décrites comme limoneuses Tecsult (2005).

Les formations répertoriées sont les calcaires marneux (44%), les formations marno-calcaires (17%), les marnes (16%), les grès calcaires ou marneux (9%), le flysch et molasse (8%), les formations marno-gréseuses (3%), les évaporites (2%), les calcaires (-1%) ainsi que les dépôts meubles à texture moyenne.

2.1.6. Pédologie.

Selon une étude de Durand (1954) in Tecsult (2005), les sols couvrant le plus de superficie de ce bassin versant sont les calcaires humifères dans la partie Nord et sols calcaires typiques dans la partie Sud. Les versants de la partie Sud du bassin sont également couverts de sols insaturés.

2.1.7. Couvert végétal.

Le bassin versant du barrage est utilisé à environs 30 % pour l'agriculture intensive, en l'occurrence les grandes cultures céréalières et fourragères. Cette utilisation reflète clairement la présence de replats dans l'unité de paysage montagneuse, au Nord, et l'étendue des grands plateaux au Sud. Par ailleurs, les zones plus accidentées sont généralement couverts de forêts (21 %), de maquis/garrigues (20.8 %) et de matorrals (17 %) qui dominent ce groupe, ne laissant place aux massifs forestiers que sur les sommets les plus élevés.

2.2. Description socioéconomique du bassin versant.

2.2.1. Caractéristiques sociodémographiques.

Le bassin versant de Sidi-Yacoub s'étend sur 17 communes appartenant à quatre wilayas : Tissemsilt, Relizane, Chleff et Tiaret. Prés des $\frac{3}{4}$ de son territoire se concentrent sur cinq communes (Tableau 2.2).

Tableau 2.2. Communes les plus importantes du bassin versant

Wilayas	Commune	% BV / commune
Tissemsilt	Lardjem	24.98
Relizane	Ramka	15.95
Tissemsilt	Sidi Abed	14.34
Tissemsilt	Sidi Lantri	11.10
Chlef	Ouled Ben Abdelkader	8.17
Total		74.54

Source : Tecsalt (2005).

D'après le tableau 2.2, on remarque que plus de la moitié du bassin versant est constitué du territoire des communes de Lardjem, Ramka et Sidi Abed. Cette remarque est surtout importante dans les futures actions participatives pour la préservation du bassin versant surtout dans son volet érosion et donc les conséquences qui vont avec pour la préservation des ressources hydriques et des ouvrages hydrauliques. Par ailleurs la proximité de la steppe et l'activité pastorale fait que la population de la partie essentielle du bassin est tournée vers les activités d'élevage.

2.2.2. Occupation de la population.

Sur le plan de la répartition de la population occupée par secteur d'activité (Tableau 2.3) dans le bassin versant du barrage de Sidi Yacoub, il ressort que les secteurs les plus importants sont l'agriculture, les BTP et l'industrie avec respectivement 24.07 %, 10.05 et 2.06 %.

2.2.3. Occupation du sol.

La situation géographique et la configuration géographique confèrent au bassin versant de Sidi Yacoub une utilisation du sol constituée principalement de milieux naturels et d'activités agricoles. La zone d'étude comprend :

-Des chaînes de montagnes et de collines à l'Est et à l'Ouest couvertes de forêts et de maquis ;

-De vastes terres agricoles situées essentiellement dans les vallées des oueds El Melab et Maleh.

Le tableau suivant (Tableau 6), présente les superficies des différentes occupations du sol pour le bassin versant. A l'examen de ces données, il ressort que le milieu naturel domine (73.2 %) suivi par les activités agricoles (25.6 %)

Tableau 2.3 : Occupation du sol dans le bassin versant de Sidi Yacoub

Type d'occupation du sol	Superficie (Km ²)	%
Milieu naturel	678.2	73.2
Zones agricoles	237.0	25.6
Pâturages	8.1	0.9

2.2.4. Conclusion.

D'après cette brève rétrospective, le bassin versant de Sidi Yacoub Présente une grande diversité biophysique et socioéconomique. Avec une superficie de près de 1000 km², des couverts végétaux allant de la forêt dense aux vastes prairies anthropiques et des reliefs évoluant des zones montagneuses et escarpées aux vallées étroites en passant par les hauts plateaux. Par ailleurs la région connaît des problèmes d'envasements particuliers. En plus de la perte de la couche arable, la dégradation de la qualité des eaux de surface se pose sérieusement en aval pour les infrastructures de traitements d'eau notamment.

Chap. 3 : Matériels et méthodes.

3.1. Matériel.

3.1.1. Description du lac réservoir de Sidi Yacoub.

Le barrage de Sidi Yacoub construit en 1985 est situé dans la wilaya de Chlef, à 28 km au Sud du chef lieu de wilaya. Il est implanté dans les gorges de l'oued Lardjem. Le barrage permet de constituer une retenue de 285,106 Hm³. L'eau accumulée servira à l'alimentation en eau potable principalement et à l'irrigation ANBT (1985).

Les caractéristiques morphométriques du lac de barrage sont reportées dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Caractéristiques morphométriques du barrage de Sidi Yacoub.

Caractéristiques	Valeurs
-Année de mise en eau	1985
-Etendue de du bassin versant	920 km ²
-Hauteur du barrage.	94 m
-largeur du barrage.	120 m
-Longueur du barrage.	395 m
-volume mort.	35 Hm ³
-Capacité initiale	285 Hm ³
-Apports moyen annuel	31.34 x10 ⁶ m ³
-Envasement annuel	0.17 Hm ³
-Profondeur moyenne	30 m

Source ANBT (1985)

3.1.2. Point et fréquence d'échantillonnage.

La couche d'eau prospectée correspond à la profondeur de captage soit une seule profondeur intégrée de 3 m. Les prélèvements d'eaux brutes dédiées à l'analyse physico chimique et biologique ont été effectués à partir du robinet correspondant à la deuxième

prise d'eau du barrage. D'après L'OMM (1994) ce type de prélèvement constitue un échantillon représentatif de la qualité de l'eau captée à une certaine profondeur.

3.1.3. Fréquences des prélèvements.

La campagne de prélèvements a été réalisée durant une année et s'est étalée de février 2008 à janvier 2009 à raison de un à deux prélèvements par mois, au total 18 prélèvements ont été réalisés.

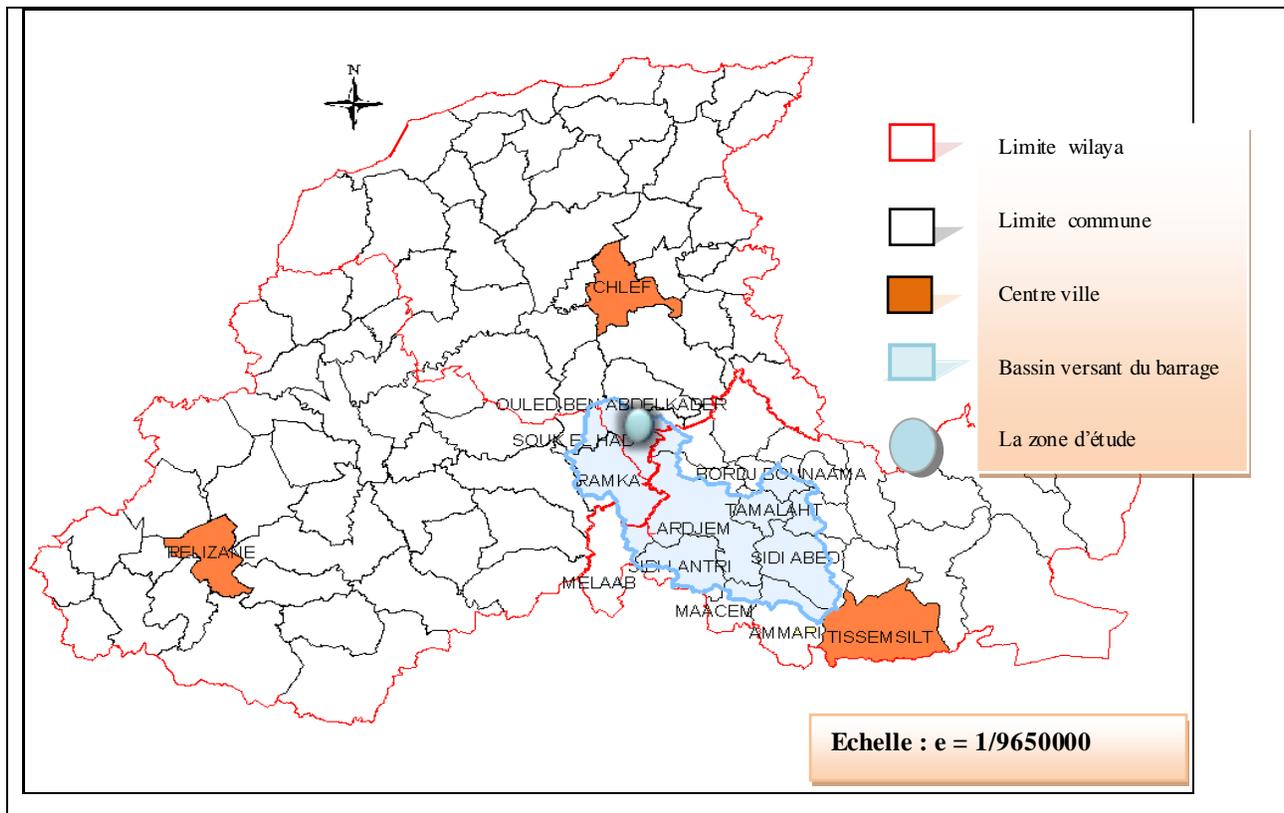


Fig. 3.1 : Localisation géographique du bassin versant du barrage Sidi-Yacoub.

3.2. Méthodes.

3.2.1. Paramètres physico chimiques.

Les paramètres physico chimiques sont mesurés soit sur site soit au niveau du laboratoire de l'ADE ou de l'université selon des méthodes normalisées.

Les échantillons d'eau sont prélevés et analysés pour déterminer les caractéristiques suivantes :

3.2.1.1. Température : la température de l'eau est mesurée in situ à l'aide d'une thermosonde en verre de type wtw pH530.

3.2.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH). Le pH est mesuré in situ par la méthode électrochimique grâce à une électrode en verre en utilisant un pH-mètre de type WTW pH530 préalablement étalonné.

3.2.1.3. Conductivité électrique : Elle est déterminée in situ par la méthode électrique à l'aide d'un conductimètre de type Hanna EC 215.

3.2.1.4. L'oxygène dissous : Mesuré également in situ grâce à un oxymètre étalonné de type WTW Ox 325. Le taux d'O₂ dissous est affiché en mg/l qui peut être transformé en % ou degré de saturation. Ce dernier est calculé en divisant la valeur mesurée par la valeur théorique correspondant à la saturation pour la T° de l'eau Angelier (2003).

3.2.1.5. La Transparence. Estimée in situ par un disque dit « disque de Secchi » fabriqué localement en zinc galvanisé de 20 cm de diamètre et peint en noir et blanc. La profondeur de disparition (en m) du disque de Secchi (DS) est une évaluation de la transparence des eaux ou couche euphotique. En limnologie cette couche est de 2 à 2.5 plus épaisse que la disparition du disque Desagne (1999) et Coté (2002).

3.2.1.6. Turbidité. Mesuré grâce à un turbidimètre modèle 2100N HACH et exprimé en NTU (unité Néphélométrie de Turbidité). Rodier (2007)

3.2.1.7. Résidus secs. Leurs détermination permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau (en mg/l), ont été déterminés à partir de l'eau non filtrée, après évaporation à étuve entre 100 - 105°C pendant 24 heures, Rodier (2007)

3.2.1.8. Temps de résidence de l'eau : On définit le caractère plus ou moins stagnant de l'eau par le temps de séjour hydraulique :

$$\tau = V/Q \text{ Barroin (1999).}$$

Avec : V = volume du lac ; Q = débit à l'exutoire. En supposant que les précipitations directes compensent exactement l'évaporation directe et que le débit des apports est égal au débit à l'exutoire, plus facile à mesurer. A la fois moyenne théorique cette caractéristique τ a un intérêt pratique en ce qui concerne :

- La prolifération algale : plus (τ) est long plus les algues ont le temps d'assimiler les sels nutritifs, de se multiplier et de s'accumuler dans le réservoir ;
- La sédimentation : plus τ est long plus les particules fines ont le temps de sédimenter.

3.2.1.9. Dosage des nutriments.

-ortho phosphates : En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui est réduit par l'acide ascorbique et développe la couleur bleue susceptible d'un dosage colorimétrique à une longueur d'onde 885 nm Rodier (2007).

- nitrates : Dosage par la méthode de salicylate de sodium Rodier (2007). Appareil utilisé spectrophotomètre modèle HACH Dr 400 à 415 UV à 415 nm.

-ammonium : L'ammoniac forme une monochloroamine avec l'hypochlorite en milieu basique cette dernière réagit avec le phénol en présence d'un excès d'hypochlorite pour former le bleu d'indophénol, dosage au spectrophotomètre modèle HACH Dr 400 à 630 nm Rodier (2007)

-nitrites : Les nitrites ont été dosés par la méthode de Zambelli au spectrophotomètre modèle HACH Dr 400 UV à 435nm Rodier (2007).

3.2.1.10. La chlorophylle a : le dosage de la chlorophylle a est effectué sur un échantillon de 250 ml d'eau brute préalablement filtré sur tamis de 200 μm pour retenir les particules indésirables. L'échantillon est filtré dans l'heure qui suit sur filtre en nitrocellulose de 20 μm de porosité. L'extraction des pigments se fait à l'hydroacetone (10/90). Les densités optiques du filtrat sont mesurées à 665, 667, et 647 μm . Les

concentrations de Chlorophylle a, en mg/m³ ou µg/l, sont calculées d'après la méthode de Lorenzen, Rodier (2007).

3.2.2. Paramètres biologiques.

L'ensemble des organismes peuplant un habitat est l'expression synthétique des facteurs qui conditionnent le milieu. L'analyse des compositions faunistiques et floristiques permet donc une évaluation de l'état de ce milieu. Toute perturbation provoquant des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge. L'utilisation de variables biologiques s'est ainsi progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité des eaux et des systèmes aquatiques, car elles présentent un certain nombre d'avantages et de complémentarités par rapport aux variables physico chimiques. En raison du caractère intégrateur des organismes étudiés, elles permettent de diagnostiquer par exemple une pollution ou une dégradation globale de l'habitat sans préjuger des causes de ces altérations Frontiers (2003) et Ramade (2005).

3.2.2.1. Analyse qualitative.

-Prélèvement des échantillons.

Les prélèvements d'eau destinée à l'étude du phytoplancton ont été faits à l'aide de bouteilles en PET ou en verre de 0.5 à 1 litre propres et rincées avec l'eau brute à analyser.

-Fixation et conservation des organismes phytoplanctoniques.

La fixation est réalisée dans l'heur qui suit le prélèvement. Le fixateur utilisé est le Lugol alcalinisé, utilisé à raison de 1 à 2 ml pour 100 ml d'échantillon Côté et al (2002) Bourrely (1966). Ce fixateur a l'avantage d'être peu onéreux, faible volume utilisé, non toxique et facilite la sédimentation pour l'opération de comptage et de détermination. Ses inconvénients sont surtout la coloration produite des organismes (bruns), ne permet pas le stockage à très long terme et doit être maintenu en flacon opaque. Cependant on peut lui préférer le Formol (Formaldéhyde) à 5 % dans l'échantillon. Ce fixateur est

incolore, assure une conservation à longue durée mais il est toxique par inhalation et par contact.

-Transport et conservation.

Les échantillons destinés à l'analyse sont transportés dans une glacière et à l'obscurité. Ces derniers peuvent être conservés au réfrigérateur jusqu'à 24-48 h après prélèvement.

3.2.2.2. Analyse quantitative.

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité. La méthode de comptage dérivée de la méthode d'Uthermohl (1958) s'appuie sur la sédimentation des organismes dans une cellule de comptage, d'un échantillon de volume connu Ngansoumana (2006).

-Sédimentation, détermination et comptage des organismes phytoplanctoniques.

Dans un premier temps les échantillons d'eau destinés à la détermination sont analysés comme suit :

Après le dépôt des espèces phytoplanctoniques, fixées au lugol, au fond du flacon, une goutte d'eau est prélevée au fond à l'aide d'une pipette pasteur. Elle est ensuite déposée entre lame et lamelle puis observée au microscope photonique (Motic B1), munis d'un dispositif de photographie numérique (Canon Power shot A 540), à l'objectif 40.

Suivant la morphologie générale des taxons observés, une première détermination a été faite à partir d'ouvrages spécialisés Gilbert (1983), Pierre (2001), ou d'extrait de flore de Bourrely (1966). Dans un deuxième temps les échantillons destinés au comptage sont dénombrés à partir d'un volume défini en général de 50 ml. Après décantation (48h) le volume préalable est ramené à 5 ml. Les dénombrements sont effectués sur cellule de Mallassez d'un volume de 1 mm³. Suivant le type d'organismes, l'unité de comptage a été soit une cellule, une colonie ou un filament.

3.2.2.3. Analyse structurale.

Généralement l'interaction des espèces, entre elles, résulte de leurs adaptations au milieu ambiant. Ce processus d'adaptation fait que l'écosystème acquiert une stabilité dont le degré peut s'exprimer en termes d'abondance ou de biomasse, soit en termes de structure dont la répartition en nombre et en qualité des unités taxonomiques, traduit le degré de maturité de l'écosystème. Selon Magurran (1988), la biodiversité d'une collection d'échantillons ou d'un site à échantillonner peut être approchée par l'emploi de diverses méthodes :

-Par des méthodes univariées (richesse spécifiques, indices de diversité ou de dominance).

-Par des méthodes multivariées (Analyse en composantes principales, classification, ...)

Dans cette étude nous avons utilisé plusieurs paramètres pour évaluer cette structure des assemblages phytoplanctoniques rencontrés dans les eaux de barrages de S-Yacoub.

-Richesse spécifique et fréquence d'occurrence.

La richesse spécifique d'une collection ou échantillon est le nombre d'espèces noté S inventorié dans celui-ci. Quant à la fréquence d'occurrence d'une espèce (i), représentant le nombre de fois qu'apparaît cette espèce dans cette collection, elle est exprimée en % obtenue par l'équation :

$$F_i = (P_i/P) \times 100$$

Avec : P = nombre total d'échantillons et P_i = nombre de fois dans lequel l'espèce (i) est présente.

En se basant sur ce facteur fréquence Bakalem (1979), in Zahaf (1990), distingue trois catégories :

$F > 75$ % espèces constantes

$25 \leq F \leq 75$ % espèces communes

$F < 25$ % espèces rares

- Contributions spécifiques.

Les estimations de dominance ont été faites à partir des effectifs grâce à la formule suivante Ngansoumana (2006)

$$Dm = (Dsp/DT) \times 100.$$

Avec : Dsp = densité spécifique ; DT = densité totale

Les espèces dominantes en termes d'effectifs ont été définies en choisissant celles qui ont un pourcentage supérieur ou égal à 5 %.

-Indice de diversité spécifique.

Pour caractériser un échantillon extrait au hasard, la diversité renseigne sur la manière dont les individus sont repartis entre les différentes espèces. Toutes variations de ces indices échelonnées dans le temps reflètent les modifications de la structure du peuplement et permettent de suivre son évolution durant une certaine période. Zahaf (1990).

L'indice de diversité spécifique utilisé dans notre étude a été estimé par celui de « Shannon et Wiener », Frontier et Picchod-viale (1998), Touahria (1999) et Ramade (2003).

L'indice de diversité de Shannon dérive de la théorie de l'information et donne une mesure intégrée de la diversité. Il est exprimé en **bit** (par individu), symbole de l'unité d'information qui est la quantité d'information propre à un événement dont la probabilité d'occurrence est de $\frac{1}{2}$, soit la quantité moyenne d'information apportée par l'identification spécifique d'un individu. Il varie dans un interval [0.5 -4.5], Frontier (1998).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \times \log_2 p_i$$

Avec $P_i = N_i/N$

S = nombre d'espèces récoltées dans l'échantillon

N_i = nombre d'individus de l'espèce i

N = nombre total d'individus présents dans l'échantillon

P_i = dominance de l'espèce i dans le peuplement.

-Régularité ou équitabilité « evenesse »

L'évaluation de la diversité est généralement complétée par un indice de régularité (E). C'est une autre expression de la diversité spécifique. La formule de l'indice d'équitabilité de Pielou (1966) in Ramade (2003) est le rapport de la diversité réelle à la diversité maximale.

$$E = H/H_{\max} = H/\text{Log}_2 S$$

S : étant le nombre d'espèces de la collection.

E , varie entre « 0 » et « 1 ». Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, et tend vers « 1 » lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus. Selon Al-Baret et al (1990), la régularité de la distribution des espèces serait inversement proportionnelle à l'activité biologique du milieu: Plus basse est la régularité, plus élevée serait l'activité biologique (production, cycles vitaux, passage de l'énergie d'un niveau trophique à un autre...).

3.2.3. Traitement statistique.

Les analyses statistiques ont pour but de faciliter l'exploitation des données quantitatives et qualitatives. C'est le cas des analyses multivariées. Elles permettent de mieux appréhender les relations entre les composantes biologiques d'une part et d'autre part entre ces dernières et les facteurs du milieu.

L'analyse en composantes principales (ACP) montre d'abord les relations entre l'ensemble des variables environnementales. Cette analyse montre aussi la variabilité des données environnementales en fonction des périodes d'échantillonnage. La flèche pointe dans la direction de la variance maximale pour une variable donnée et son

origine indique la moyenne. La variance expliquée par cette variable est proportionnelle à la longueur de la flèche. L'angle de la flèche par rapport à cet axe exprime le poids relatif de cette variable. Plus une flèche est rapprochée d'une autre plus les variables sont corrélées entre elles Phillippeau (1986).

Chap. 4 Résultats et discussion

4.1. Contexte hydro climatique de la zone d'étude.

La figure 4.1 nous montre la variation temporelle des différentes variables hydrologiques relevées ces dernières années au niveau du plan d'eau de Sidi Yacoub.

Il ressort de ces observations que les variations annuelles, des apports et restitutions, indiquent une moyenne annuelle des apports de 43,32 Hm³. Le maximum d'apport a été enregistré durant l'année 95/96 avec un volume de 127,91 Hm³. L'apport minimal a été enregistré durant l'année 92/93. Comme on peut le constater sur la figure 4.1., le volume stocké le plus élevé jamais réalisé a été atteint durant l'année 97/98 avec 226,20 Hm³. Il faut remarquer qu'à partir de l'année 2008 le niveau du volume le plus bas enregistré (Aout 2008) a été de 26 Hm³.

Depuis l'année 1999/00 le barrage de Sidi-Yacoub a connu une diminution progressive de son volume stocké. Cette diminution est le résultat, d'après l'ABH (2005), du volume régularisé pour l'irrigation, l'AEP ainsi que par le phénomène d'évaporation et plus particulièrement d'un déficit pluviométrique assez marqué ces dernières années. Toutefois l'année 2008/2009 connaît un net redressement au niveau des quantités enregistrées par le barrage.

Par ailleurs nous avons pu estimer le temps de séjour de l'eau dans la retenue de Sidi-Yacoub à partir des données fournies par l'ANBT (annexe 2.2) sur la période 1985/2004. D'après la figure 4.1. Le temps de séjour de l'eau est très variable. Il dépend surtout des volumes stockés dans la retenue. Le temps moyen de séjour calculé sur la période considérée est de 2,9 ans avec CV = 152 %.

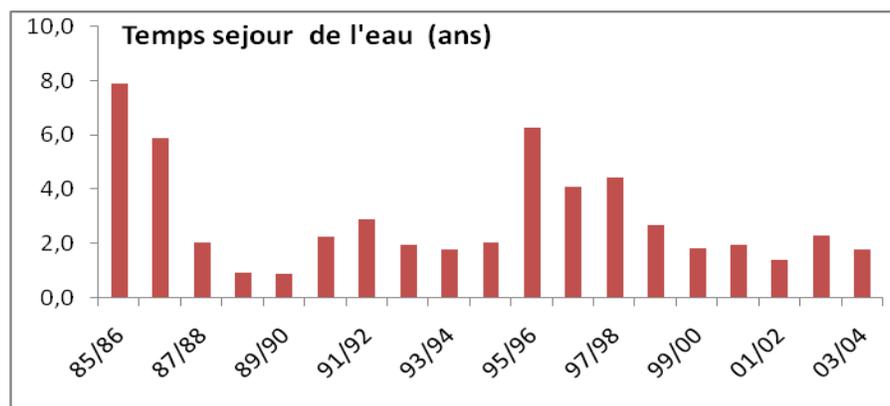
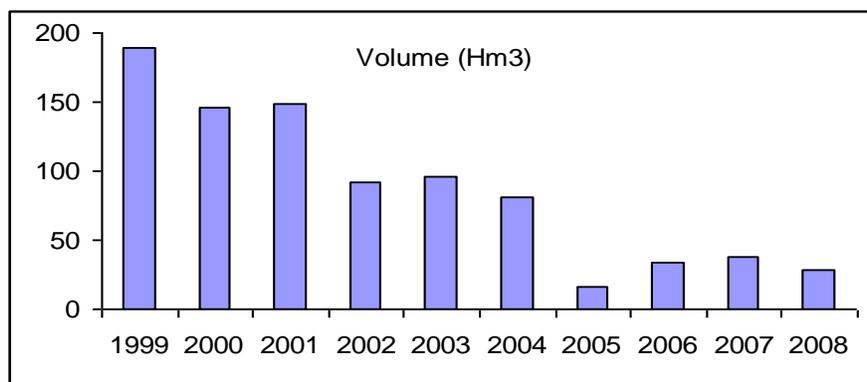
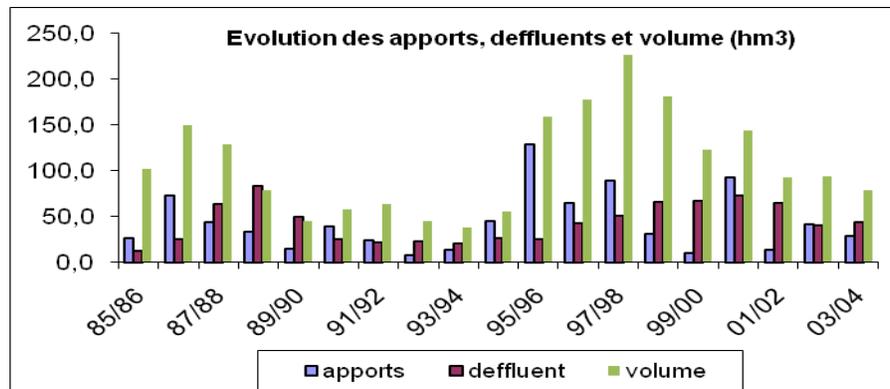
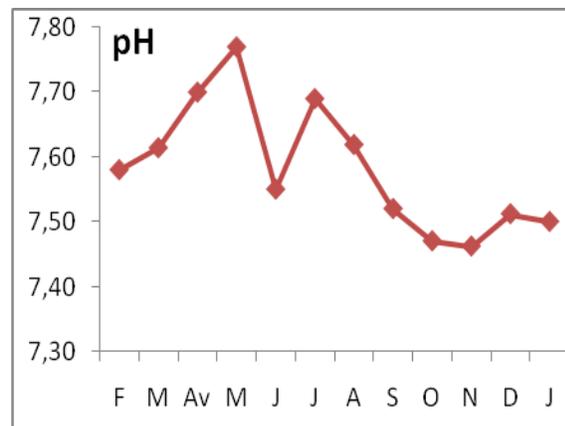
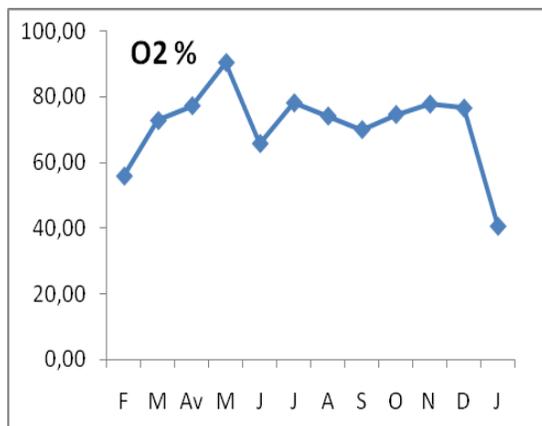
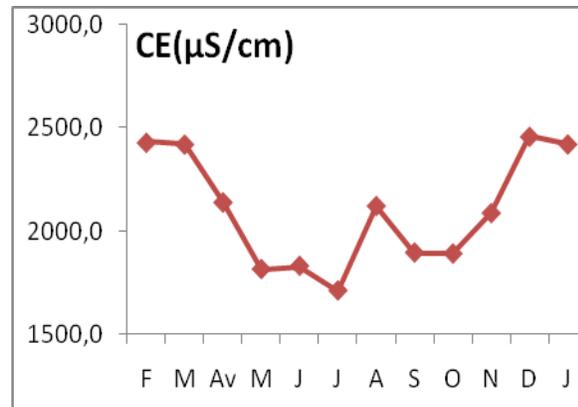
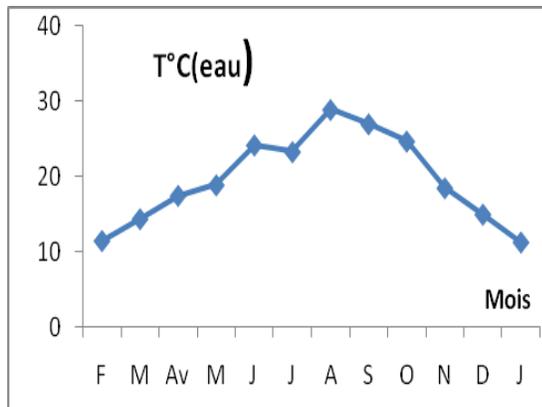
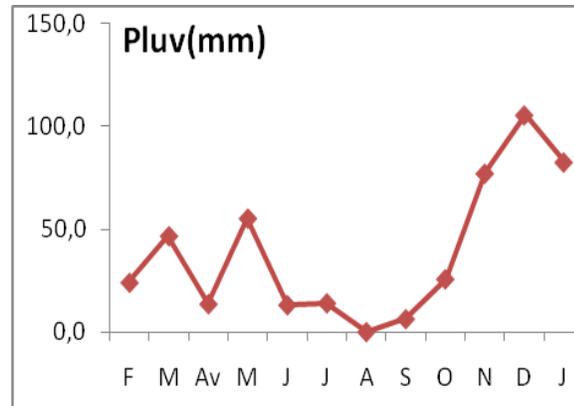
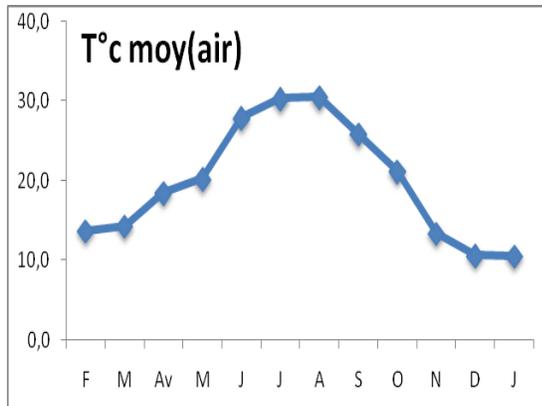


Figure 4.1 : Evolution de quelques paramètres hydrologiques dans la retenue de Sidi-Yacoub durant la période 1985/2004
Et 1999/2008



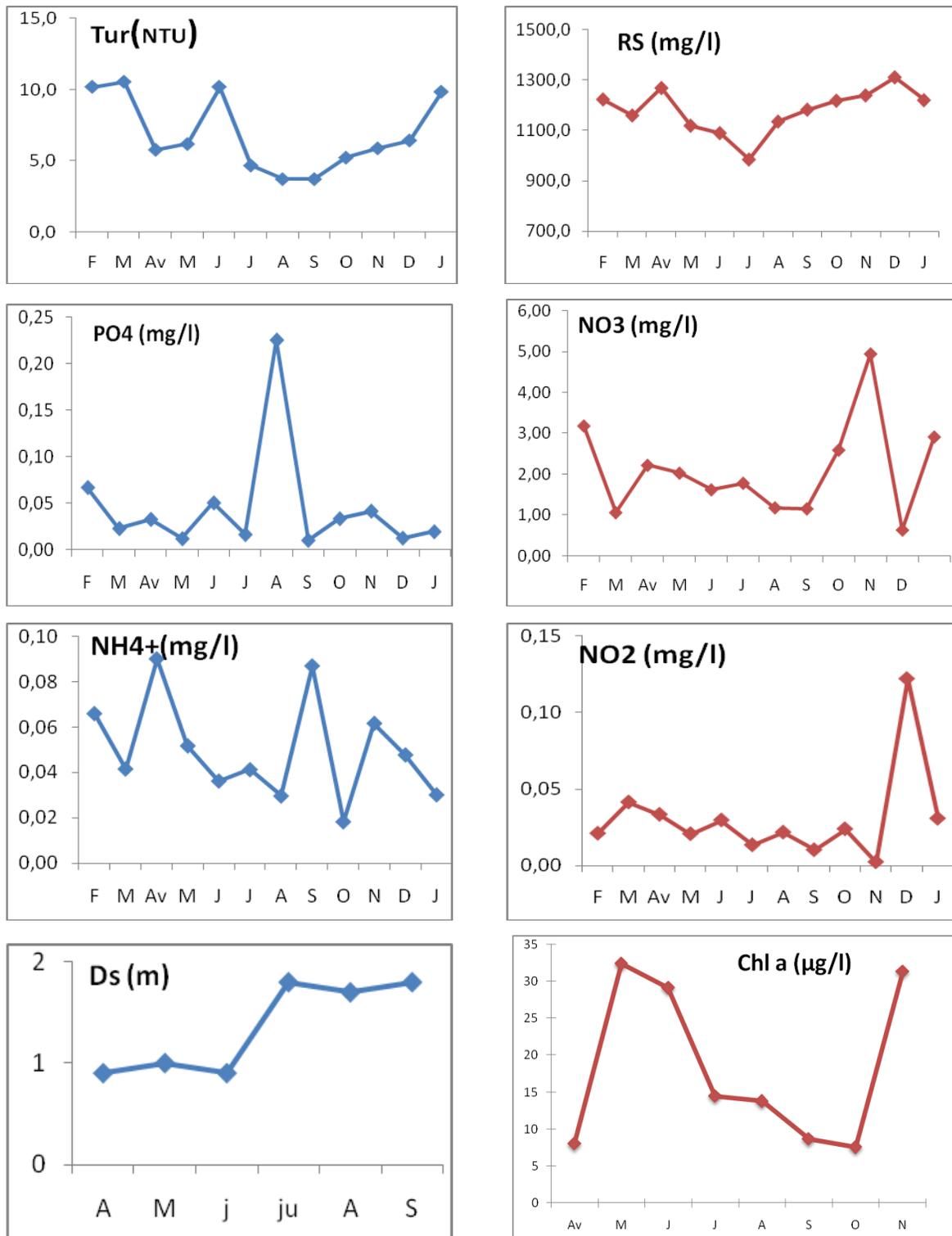


Figure 4.2. Evolution des paramètres physico chimiques durant l'année d'étude 2008/09

4.2. Evolution des paramètres physico chimiques du plan d'eau.

Les statistiques descriptives de toutes les variables physico-chimiques et climatiques sont présentées en annexe 2.4.

4.2.1. La température de l'eau.

D'importantes variations des températures sont enregistrées d'une saison à une autre au niveau des eaux de la retenue de Sidi Yacoub. Les valeurs les plus basses (11.30°C) sont observées notamment en période hivernale de janvier à février, tandis que les valeurs les plus élevées sont notées en période estivale (28.90°C). La moyenne annuelle de la température de l'eau est de 19.60°C, CV= 30.35 %,

4.2.2. Le pH de l'eau.

Les valeurs de pH varient de 7.46 à 7.77, soit des valeurs légèrement alcalines. Il faut noter cependant que les valeurs les plus élevées sont enregistrées pendant la phase printanière (Mai), et la phase estivale et correspondent en général au démarrage de l'activité de production algale.

4.2.3. La conductivité de l'eau.

La moyenne annuelle de la CE s'établit autour de 2100 uS/cm. Les valeurs les plus élevées sont notées en période hivernale où les maxima enregistrés sont de 2459 uS/cm (décembre) et les minima de 1710 uS/cm en période estivale (juillet). Ces valeurs sont largement supérieures (>1000) aux normes pour les eaux de surface Valyron (1994) et Rodier (2007). Ces observations sont à lier en général aux périodes de crue qui surviennent en fin d'automne et en hivers où la prédominance des écoulements torrentiels favorise l'abondance des matières solides en suspension du fait de l'action abrasive des pluies intenses sur le bassin versant et les lits d'oueds.

4.2.4. La turbidité de l'eau.

La turbidité joue un rôle déterminant dans le devenir des populations de microorganismes, végétaux et animaux. Dans tous les milieux aquatiques, la turbidité

est causé par l'ensemble des éléments en suspension dans l'eau : matières organiques particulaires, bactéries, algues du phytoplancton, particules inorganiques (vase, sable...) provenant du fond ou des berges et sont remis en suspension.

Dans la retenue de Sidi Yacoub, les valeurs maximales sont notées en période hivernales et printano-estivale (1055 NTU). Les maximas relevés sont à lier au contexte pluvieux durant cette saison, l'eau chargée en limon et argile augmente le taux de matières en suspension dans l'eau et confère à cette dernière une visibilité réduite et une diminution de la transparence de l'eau. Par contre en fin de printemps et début d'été on note un deuxième pic de turbidité. Ce type de turbidité est différent du premier (en général à l'aspect boueux) et correspond sans aucun doute au premier pic algal de la saison.

4.2.5. L'oxygène dissous.

Exprimé en pourcentage de saturation, les valeurs enregistrées sont à relever surtout en période estivale ou elles dépassent les 90%. Les valeurs les plus faibles se situent en saison hivernale sans toutefois descendre en deca de 30 % de saturation, normes admises pour les eaux de surface destinées à usage domestique Rodier (2008). Compte tenu de l'importance de ce facteur, ces fluctuations du taux de saturation de l'O₂ peuvent s'expliquer de la manière suivante. En période d'étiage correspondant aux basses eaux survenant en été, le phytoplancton est à son maximum de développement. L'activité photosynthétique qui en résulte explique le rejet important d'oxygène qui l'emporte sur la respiration consommatrice de cet élément. Par contre avec le début de la phase hivernale qui coïncide avec une moindre activité algale on observe une baisse continue de l'oxygène dissous. Par ailleurs on remarque en fin d'été une baisse de l'activité algale qui ne reprendra brièvement qu'en début d'automne avec un début de refroidissement de l'eau.

4.2.6. La transparence.

Mesurée au disque de Secchi uniquement pendant la phase printanière et estivale la transparence (tableau 4.2.) nous permet également d’apprécier la turbidité liée à la présence de matières en suspension liées à l’argile ou à des microalgues d’une part et d’autre part d’estimer la profondeur de la couche euphotique. D’après la figure 4.1., on remarque que la transparence augmente à partir du mois de juillet (1,8 m) jusqu’au mois de septembre : c’est la période des eaux claires.

Déterminée à partir de la transparence au disque de Secchi (tableau 4.1.) L’épaisseur de la couche euphotique moyenne est de 3,3 m. Le maximum, 4,5 m, est atteint en fin de période estivale (septembre) alors que le minimum est observé en période automnale 2,25 m

Tableau 4.1. : Evolution de la transparence et du taux de chlorophylle dans la retenue Sidi-Yacoub

Date	DS (m)	Couche euphotique	
		DSx2.5 (m)	Chlorophylle a (µg/l)
Avril	0,9	2,25	8,05
Mai	1	2,5	32,4
Juin	0,9	2,25	29,16
Juillet	1,8	4,05	14,5
Aout	1,7	4,25	13,8
Sep	1,8	4,5	8,69
Oct.	-	-	7,58
Nov.	-	-	31,34
Min	0,9	2,25	7,58
Max	1,8	4,5	32,4
Moy	1,35	3,3	18,19

4.2.7. Les résidus secs (RS).

D’après Rodier (2007), les RS permettent d’apprécier la minéralisation de l’eau. La moyenne annuelle est de 1178 mg/l avec un CV = 7.43%. Les valeurs varient de 985.60mg/l à 1309.0 mg/l, soit des valeurs inférieures à la norme fixée par l’OMS (< 1500mg/l) pour des eaux de surface destinées à la production d’eau potable Valyron (1994).

4.2.8. Les éléments nutritifs.

4.2.8.1. Les éléments azotés.

Les nitrates varient de 0.63 mg/l à 4.94 mg/l en moyenne avec des maxima de concentration en période automnale (novembre), en période hivernale (Janvier-février) et en période printanière (Avril). Ces valeurs coïncident en général avec les événements pluvieux. Le lessivage des pentes du bassin versant permet une arrivée massive d'azote nitrique qui est facilement entraîné par les eaux de ruissellement. Par contre en période estivale les concentrations sont assez faibles et correspondent à la période d'étiage caractérisée par de faibles arrivées d'eau douces. D'autre part, avec les remontées des températures et le départ de la production biologique, on peut suggérer que les éléments azotés sont progressivement consommés ce qui pourrait expliquer la raréfaction en ces éléments dans l'eau à cette période Iltis (1982) et Barroin (1999).

Pour les nitrites, considérés comme un poison potentiel pour les organismes aquatiques même à de faibles concentrations, les fluctuations mensuelles sont plus ou moins stables et varient entre 0.00 mg/l et 0.12 mg/l avec une moyenne de 0.03 mg/l. Il est à noter que les taux observés sont très faibles et de beaucoup inférieurs à ceux des nitrates.

Pour l'azote ammoniacal les teneurs en général sont faibles dans l'ensemble du milieu prospecté de la retenue de Sidi-Yacoub. L'ion ammonium est à l'état de traces pendant une grande partie de l'année avec une moyenne mensuelle de 0.05 mg/l soit largement en deçà des normes pour les eaux de surfaces (< 4 mg/l) Valyron (1994).

4.2.8.2. Les orthophosphates solubles.

Les quantités décelées sont très faibles dans l'ensemble avec une moyenne mensuelle de 0.05mg/l et un maxima de 0.23 mg/l enregistré en période estivale (aout). En règle générale le phosphate est peu abondant dans les eaux naturelles non polluées Lacaze (1995) et Barroin (1999), car il est immédiatement stocké par les végétaux, algues et plantes aquatiques ou bien fixé par les sédiments de fond. Les algues planctoniques

stockent très facilement le phosphate et sont capables de se multiplier dans les eaux presque complètement dépourvues en cet élément Severrin-Reyssac (1995).

Le pic de phosphate observé au mois d'aout a également été observé par Sadani (2004). Cet événement pourrait être expliqué par la sédimentation et la lyse des cellules algales à l'origine de l'accumulation du phosphore soluble au fond de la retenue. Un autre auteur, Lavoie (2001) a noté le même phénomène dans une retenue canadienne tout en imputant la cause à une remise en suspension du phosphate des sédiments de fond lié à un début d'homogénéisation thermique de la colonne d'eau favorisant les remontées de phosphore.

4.2.9. La chlorophylle (a).

La chlorophylle (a) n'a pu faire l'objet de mesures continues durant tout le cycle en raison d'indisponibilités matérielles. D'après le tableau suivant regroupant les mesures de transparence et chlorophylle (a), on note les valeurs les plus élevées au mois de mai avec 32,4 µg/l et la valeur la plus basse au mois d'octobre avec 7,58 µg/l

Cette période est caractérisée par une forte activité photosynthétique. Comme on peut le constater, d'après le tableau 4.1, aux faibles valeurs de la transparence peuvent correspondre des valeurs assez élevées du taux de chlorophylle a.

4.3. Evolution des paramètres biologiques.

4.3.1. Composition taxonomiques du phytoplancton.

Au cours de notre cycle d'étude s'étalant de Février 2008 à janvier 2009, nous avons répertorié 37 espèces regroupant 5 principales classes (annexe 1.1).

_Chlorophycées, Diatomophycées, Dinophycées, Euglenophycées et Cryptophycées

En terme de nombre d'espèces la classe des Chlorophycées est la plus importante avec 18 espèces (48.65 %), suivie par celle des Diatomophycées avec 12 espèces (32.43 %), puis celle des Dinophycées avec 3 espèces (8,11 %), puis celle des Euglenophycées avec 3 espèces (8,11%), et enfin la classe des Cryptophycées avec une seule espèce (5,40%).

Ainsi, il s'avère d'après les résultats obtenus que plus de 81 % des espèces recensées, (34), au niveau de la zone prospectée, appartiennent à deux classes principales : les Chlorophycées et les Diatomophycées.

4.3.2. Étude quantitative.

4.3.2.1. Abondance du phytoplancton.

-Contribution des classes :

En terme d'abondance (nombre de cellules par litre) et comme l'indique l'annexe 1.4, les moyennes annuelles relevées montrent que la classe la plus abondante est celle des Chlorophycées (moyenne de 30.98×10^3 Cel/l, CV= 75.55 %). Les valeurs les plus élevées sont observées au mois de juin. Les valeurs les plus faibles sont rencontrées au mois de février et septembre.

La deuxième classe la plus abondante est celle des Dinophycées avec une moyenne annuelle de 15.83×10^3 Cel/l et un CV = 84.22 %. Les valeurs les plus élevées pour cette classe se situent au mois de novembre et les plus basses au mois de février.

En troisième position se trouve les Diatomophycées avec une moyenne annuelle de 5.20×10^3 Cel/l et CV = 98.80 %. Notons que les valeurs les plus importantes se situent au mois de novembre (20×10^3 Cel/l) et les plus basses au mois de janvier 2009.

En quatrième place, la classe des Euglenophycées avec une moyenne annuelle de 2.20×10^3 Cel/l et CV = 110,27 %. Pour cette classe le mois d'aout est le plus abondant, alors que les mois d'octobre, décembre, janvier et février sont caractérisées par l'absence quasi-totale des Euglenophycées dans les prélèvements d'eau.

Enfin et pour la dernière classe inventoriée, les Cryptophycées, dans le plan d'eau de Sidi-Yacoub, la moyenne annuelle relevée était de $0,61 \times 10^3$ Cel/l et CV = 118,8 %.

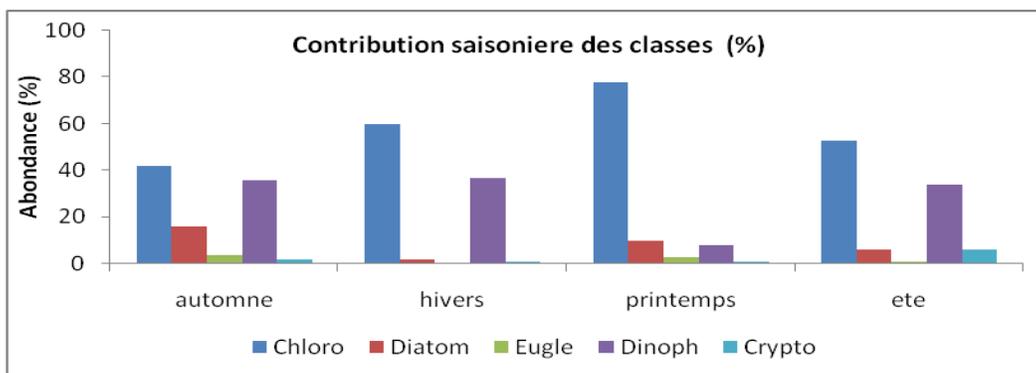
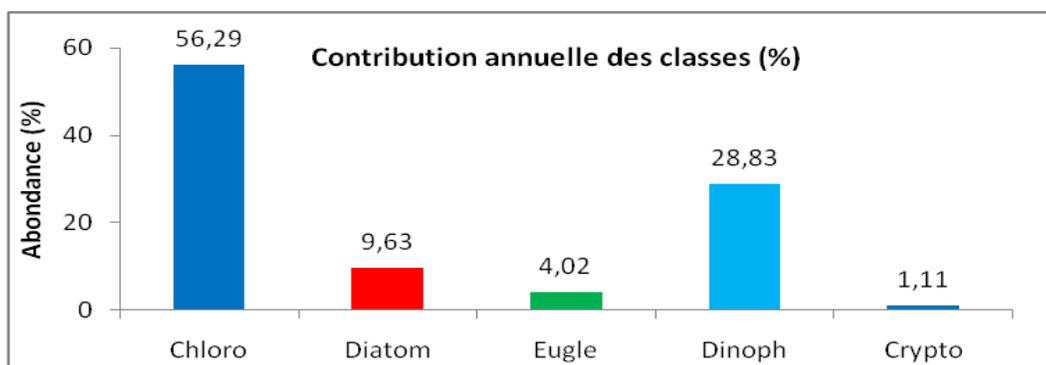
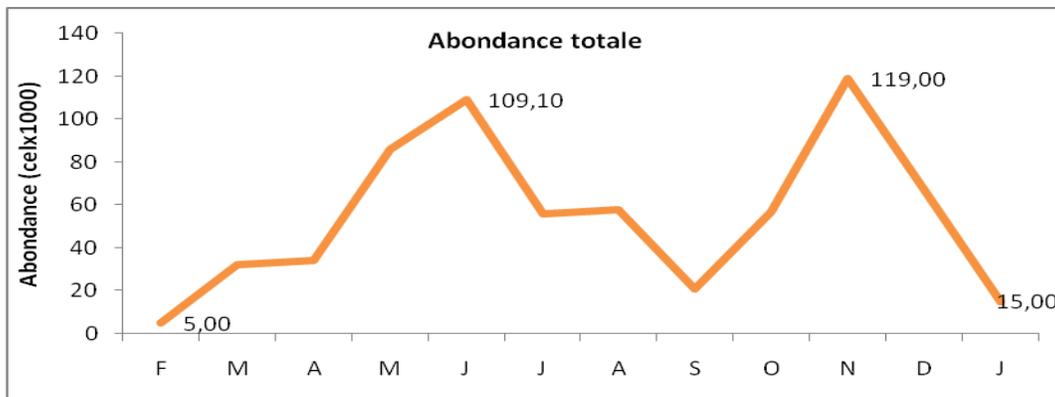


Figure 4.3. Evolution du phytoplancton dans la retenue de Sidi-Yacoub durant la période 2008/2009

-Contribution des espèces :

La communauté phytoplanctonique de la retenue de Sidi-Yacoub est composée d'un assemblage de 37 espèces (voir annexe 1.2), dont 5 espèces présentent un pourcentage cumulé supérieur à 56,43 % de l'effectif total : il s'agit de *Peridinium spp*, *Ulothrix spp*,

Cosmarium circular, *Coelastrum microporum* et *Scenedesmus quadricauda*. Ce sont les espèces les plus dominantes.

En terme de fréquence d'occurrence (annexe 1.3), 14 espèces ont une fréquence d'occurrence supérieure à 50 %, soit une présence dans la moitié des prélèvements et sont considérées comme espèces communes du plan d'eau. Les espèces pouvant être considérées comme les plus constantes sont au nombre de trois seulement, il s'agit de *Peridinium spp* (83 % d'occurrence), de *Cosmarium circular* et de *Chlorococcum spp* (72 % d'occurrence) soit une Dinophycée et deux Chlorophycées. On peut dire qu'elles sont aussi les plus caractéristiques du plan d'eau de Sidi-Yacoub.

Quant aux espèces considérées comme rares, (fréquence d'occurrence inférieure à 25 %), elles sont au nombre de 15 et appartiennent à deux classes seulement : 6 Chlorophycées et 9 Diatomées. D'après la figure 4.5 on relève que la richesse spécifique la plus élevée est rencontrée pendant deux périodes de l'année correspondant à deux pics de productions algales soit la période printano-estivale (Mai et Juin) et la période automnale (Novembre) avec respectivement 21 et 20 espèces recensées à ces périodes là. On remarque également que les variations saisonnières des densités absolues s'observent parallèlement à celle de la richesse en espèces.

Remarque : Certaines classes semblent particulièrement influencées par l'abondance de certaines espèces particulières à des périodes bien particulières. En effet et comme l'indique la figure 4.4, la classe des Dinophycées, Diatomophycées et des Euglenophycées, sont particulièrement influencées par successivement le développement de *Peridinium spp* (juillet et novembre), *Glenodinium spp* (décembre), *Nitzschia spp* (novembre) et *Euglena spp* (août et novembre).

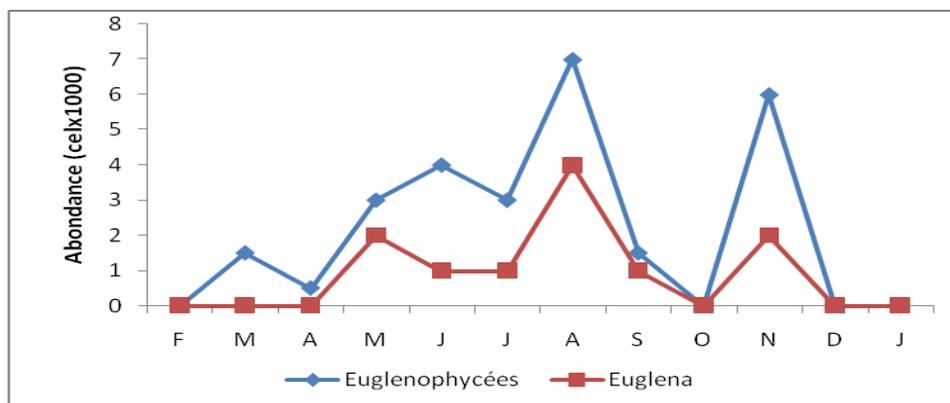
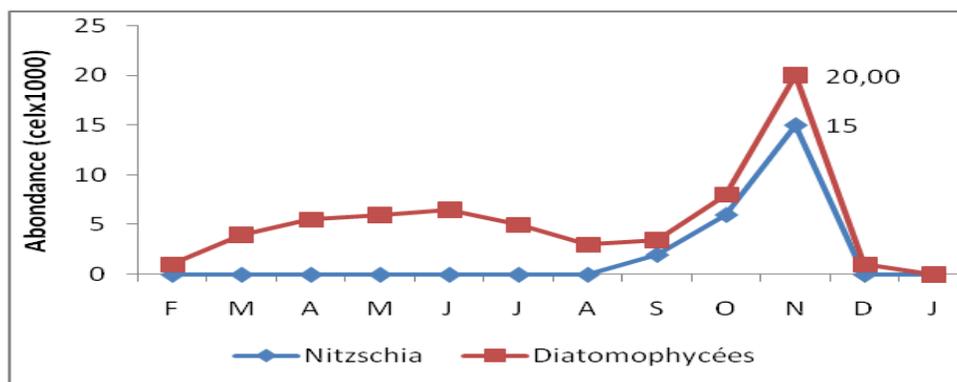
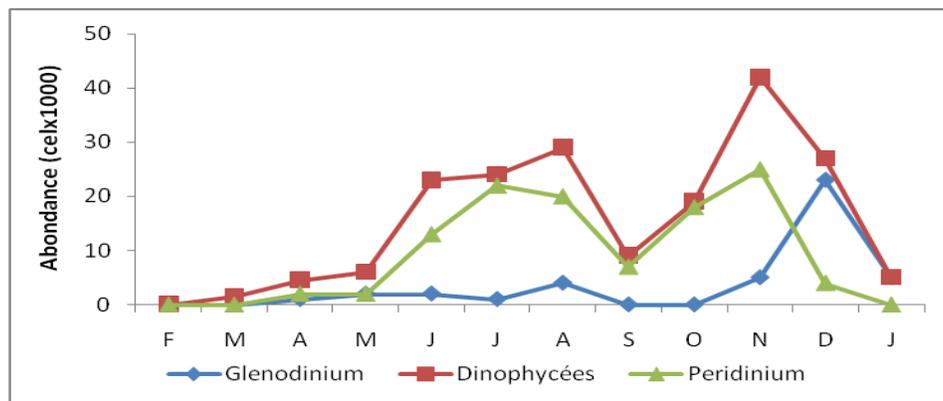


Figure : 4.4. Contribution de certaines espèces ($\times 10^3$ cel/l) à leurs classes respectives

-Stabilité des assemblages

Par ailleurs en tenant compte des recommandations de Grossmann et al (1885 ; 1990) sur l'utilisation du coefficient de variation (CV) qui fournit une quantification indépendante de la gamme de variabilité de chaque espèce (le fait de diviser l'écart type par la moyenne permet de s'affranchir de l'abondance moyenne de l'espèce, ce qui le rend insensible aux espèces rares et facilite la comparaison des variabilités interspécifiques). Freeman et al (1982) ont proposé une classification de la stabilité à partir des CV et déterminent 4 types de classes de stabilité :

CV ≤ 25 % très stable

25 % < CV < 50 % moyennement stable

50 % < CV < 75 % moyennement fluctuant

CV ≥ 75 % très fluctuant

Tableau 4.3. Stabilité mensuelle des classes phytoplanctoniques à Sidi-Yacoub.

Classes	Chlorophycées	Dinophycées	Diatomophycées	Euglenophycées	Cryptophycées
CV %	75,55	84,22	98,81	110,27	118,84
Stabilité	T, Fluctuant	T, Fluctuant	T, Fluctuant	T, Fluctuant	T, Fluctuant

Il ressort de ces considérations et d'après nos résultats regroupés dans le tableau 4.3. Ci-dessus, que les assemblages phytoplanctoniques des différentes classes sont caractérisés par une certaine instabilité durant le cycle annuel. Compte tenu des variabilités des conditions environnementales il fallait s'y attendre à trouver des degrés d'organisation très inégaux au sein des communautés phytoplanctoniques.

4.3.3. Analyse structurale : diversité et régularité.

L'approche des modifications de structure des communautés phytoplanctoniques (variations saisonnières) a été réalisée grâce à l'utilisation de descripteurs ou indices simples et néanmoins synthétique fréquemment utilisés en écologie : ce sont la richesse

spécifique, la diversité spécifique et l'équitabilité. Selon Frontier et al (2004) la diversité spécifique est une mesure biotique d'information multidimensionnelle, relative aux différentes dimensions d'une communauté que sont les espèces qui la compose. C'est une mesure de la composition en espèces d'un écosystème, en termes de nombre d'espèces et de leur abondance relative.

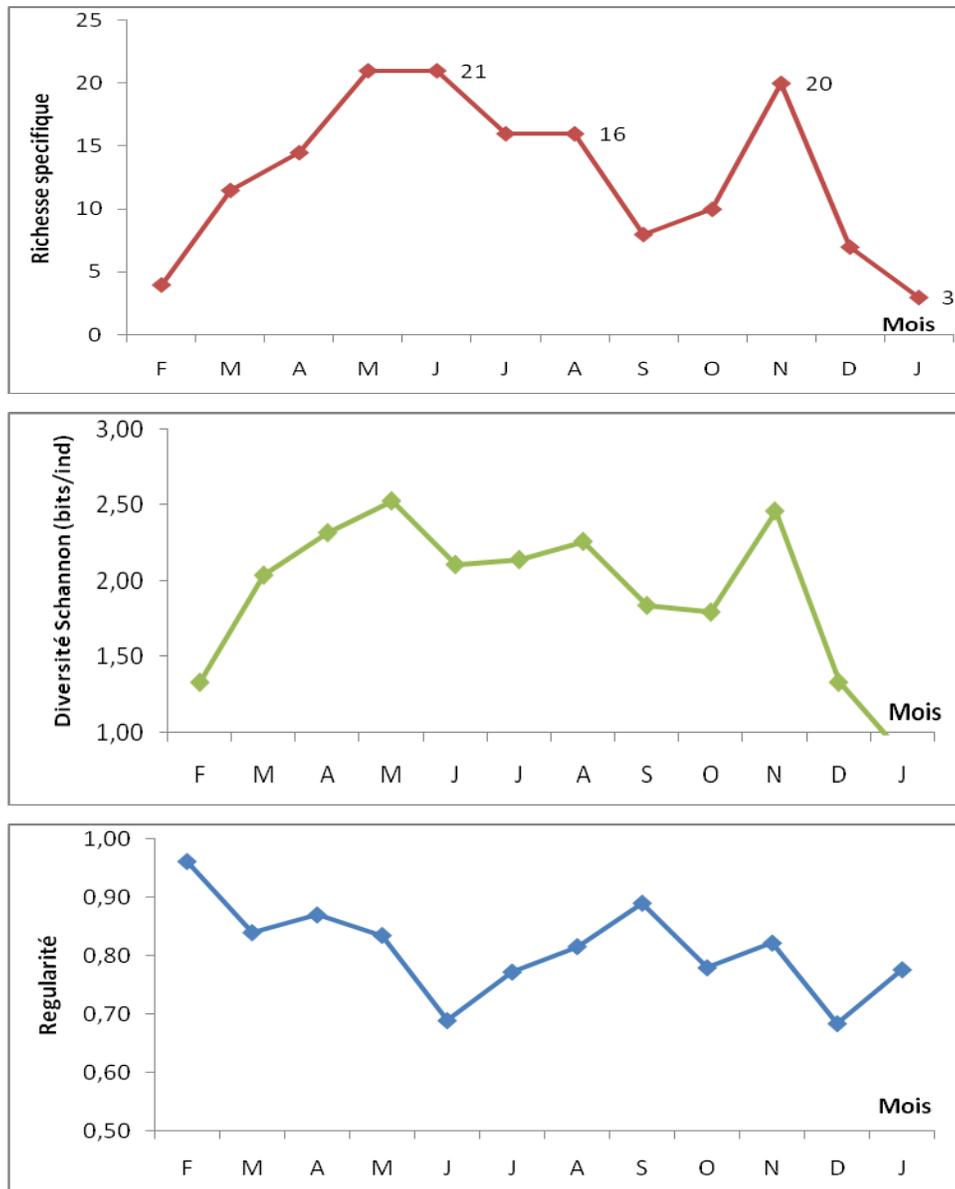


Fig. : 4.5. Evolution temporelle de la diversité, de la régularité et de la richesse spécifique durant le cycle annuel (période fev08/jan09)

L'indice de Shannon est basé sur les proportions d'espèces observées. Les valeurs calculées à partir des effectifs varient de 0,85 bit/ind., en janvier à 2,53 bit/ind., en Mai. Au cours du cycle annuel, (figure 4.5.), cette diversité est faible avec une moyenne annuelle de 1,92 bit/ind., (CV= 27 %). Globalement on peut dire que les indices de diversité les plus élevés se situent en période printanière (2,53 bit/ind., en Mai et en période automnale (2.460bit/ind en Novembre), alors que les indices les plus faibles se situent en période hivernale (0,85bits/ind., en janvier). Cette augmentation coïncide avec des conditions environnementales favorisant l'établissement d'un plus grand nombre d'espèces. Par ailleurs la valeur élevée de la diversité observée en automne et plus particulièrement au mois de Novembre 2,46 bits/ind par rapport à la moyenne de la saison (2.03 bits/ind et CV = 18.37%).

Tableau 4.4 : Valeurs moyennes mensuelles de diversité, richesse et régularité

Date	F	M	A	M	J	JU	A	S	O	N	D	J
N (x10 ³ /L)	5	34,5	34	86	106	56	58	21	57	19	67	15
S	4	11.50	14.50	21	21	16	16	8	10	20	7	3
H (bits/ind.)	1.33	2.04	2.32	2.53	2.11	2.14	2.26	1.84	1.80	2.46	1.33	0.85
E	0.96	0.84	0.87	0.835	0.86	0.77	0.82	0.80	0.78	0.82	0.86	0.78

Avec : N : abondance S : richesses spécifique, H : diversité spécifique, et E : régularité

L'indice de régularité qui est un indice d'équidistribution ou de répartition des individus entre les espèces est caractérisé par un gradient temporel beaucoup moins variable que celui de l'indice de diversité. La moyenne annuelle de l'indice de régularité s'établit à 0.81, et CV = 10 %. Cette faible variation peut s'expliquer par l'absence de dominance nette en terme d'abondance de certaines espèces au dépend d'autres, comme on peut le constater. L'indice de régularité et l'indice de diversité réagissent différemment dans le temps. Il est aisé de constater que l'indice de diversité par contre réagit fortement aux

fluctuations de la richesse spécifique. Quant cette dernière est faible (saison hivernale : $H = 0.85$), l'indice de régularité reste lui assez élevé ($E = 0.78$) traduisant ainsi sa sensibilité à la manière dont sont repartis les effectifs entre les espèces plutôt qu'au nombre d'espèces présentes. Cette observation a été également notée par Binet (1985).

Ainsi donc les gradients de diversité et de régularité varient de façons différentes. Ces deux indices synthétiques nous font remarquer que les espèces peuvent répondre différemment aux effets d'une perturbation d'origine naturelle (crues, sécheresse, ...) ou artificielle (pollution).

4.3.4. Relation entre variables environnementales et phytoplancton.

4.3.4.1. Analyse en composantes principales.

Afin d'analyser l'influence de l'environnement physicochimique sur la structure des communautés algales des eaux de la retenue de Sidi-Yacoub et de déterminer les principaux paramètres contrôlant la structuration biologique des algues dans le temps, nous avons réalisé une analyse multivariée (ACP) sur 14 variables et 12 individus afin de dégager la tendance saisonnière du développement algal sur l'année.

-Les valeurs propres et les pourcentages d'inertie sont donnés dans le tableau 4.5.

Tableau 4.5 : valeurs propres et pourcentage d'inertie des 4 premiers axes.

axes	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	5,214	2,128	1,797	1,501
% variance	37,245	15,202	12,835	10,721
% cumulé	37,245	52,447	65,282	76,002

Une valeur propre représente la variation des individus sur l'axe correspondant. Les différentes composantes principales étant non corrélées entre elles, la part de l'information expliquée par chacune d'elle est différente de celle expliquée par l'autre.

-Etude des variables :

La contribution de chaque variable dans la formation d'une composante principale est donnée par le coefficient de corrélation entre la variable et l'axe considéré. Dans l'ACP la mise en évidence des interactions entre variables est exprimée par les coordonnées de la variable sur l'axe correspondant : en ACP elles sont égales aux coefficients de corrélation avec les axes (tableau 4.6). Comme on peut le constater les variables (valeurs absolues) qui contribuent fortement à la formation des axes sont :

L'axe 1 : explique la CE, T° (eau), richesse spécifique (S), diversité de Shannon (H), R.S, Pluviométrie, et la Turbidité

L'axe 2 : explique l'N-NH⁺ 4 et l'abondance (N)

L'axe 3 : explique L'N-NO₃ et L'N-NO₂ ;

L'axe 4 : explique Le pH et le PO₄ 3-

Tableau 4.6 : Coordonnées des variables sur les axes

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
T°C (eau)	-0,824	-0,051	-0,150	0,492
CE	0,870	0,006	-0,119	0,062
pH	-0,501	0,049	-0,191	-0,596
O ₂ %	-0,671	0,560	-0,394	-0,054
RS	0,717	0,578	-0,009	0,313
NO ₃	0,193	0,149	0,929	0,042
NO ₂	0,533	0,144	-0,720	-0,025
NH ₄ ⁺	-0,062	0,625	0,037	-0,276
PO ₄	-0,273	-0,293	0,017	0,625
Pluv	0,706	0,276	-0,009	-0,144
Tur	0,590	-0,420	0,200	-0,451
N	0,371	0,731	0,198	0,248
S	-0,731	0,171	0,255	-0,177
H	-0,803	0,374	0,199	-0,119

Les deux premières composantes principales (axe 1 et axe 2) expliquent 52,447 % de l'inertie totale. L'axe 1 du plan 1*2 (Fig. 4. 6) représente une grande part de la variance des résultats (37, 245 %), on observe une opposition nette entre :

CE, RS, la pluviométrie, et la turbidité d'une part et la T°(eau), l'indice de diversité (H), la richesse spécifique (S) et O₂ (%) d'autre part.

On peut dire que cet axe est fortement dominé par l'opposition entre l'activité algale et les variables induites par l'environnement climatique.

L'axe 3 avec 12,84 % d'inertie oppose les deux formes minérales de l'azote l'N-NO₃ et l'N-NO₂. Cet axe définit les formes particulières de l'azote.

L'axe 4 avec 10,72 % d'inertie oppose le pH et les orthophosphates.

Représentation des individus :

L'examen des coordonnées des 12 individus (annexe 2.7) et surtout les représentations graphiques données en figure 4.6., vont nous permettre d'avoir une idée sur la répartition des individus. Par ailleurs en sommant les cosinus carrés des axes on aura une idée de la qualité de représentation des individus sur le plan engendré par les axes.

La représentation des individus dans les plans 1*2, 1*3, et 1*4 nous permet de voir des groupements en fonction des facteurs hydro climatiques et des facteurs de charge nous distinguons :

- Une période hivernale (décembre janvier février) caractérisée par une moindre activité algale en relation avec une CE et des RS en nette augmentation

_ Une période printano-estivale (avril, mai, juin et juillet) caractérisée par une activité algale importante si l'on considère la teneur en oxygène dissous comme indicatrice de la production primaire.

_ Une période automnale (novembre) caractérisée par un deuxième pic algal et des concentrations élevées en N-NO₃.

_ Une période de transition (aout) caractérisée par un relargage d'orthophosphates à l'origine d'un regain d'activité des Dinophycées et des Euglenophycées.

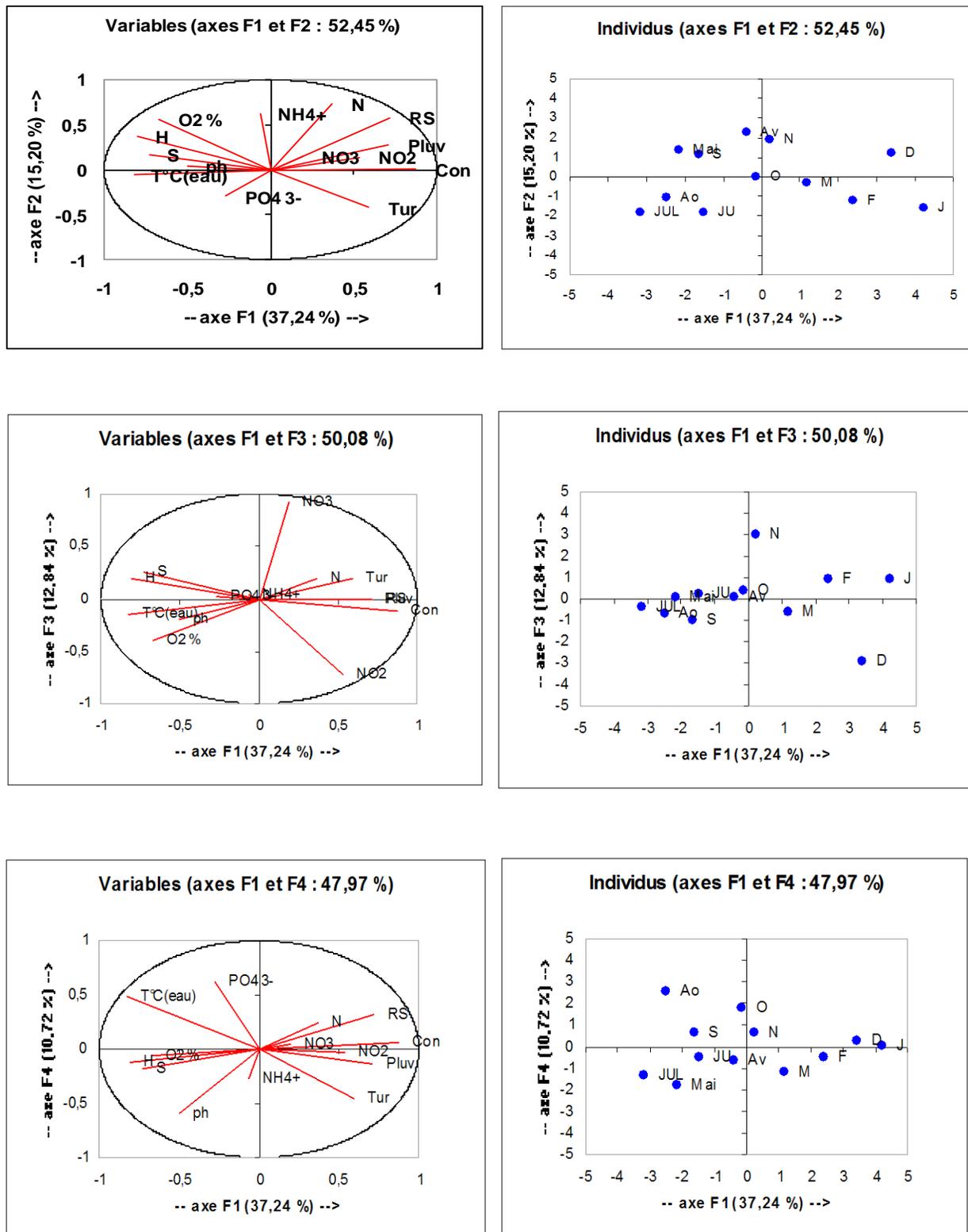


Figure 4.6: Représentation des variables et des individus dans le plan 1,2, et 3

4.3.5. Discussion générale.

Cette étude portant sur la diversité saisonnière des assemblages phytoplanctoniques nous montre l'importance de la dynamique des écosystèmes lotiques. En effet la biomasse et la structure des communautés algales semblent réagir rapidement aux variations temporelles de l'environnement et principalement aux variations du climat.

4.3.5.1. Influence de l'environnement abiotique :

Les eaux de la retenue de Sidi-Yacoub sont considérées comme légèrement alcalines en effet le pH varie de 7.46 à 7.77. Les valeurs les plus élevées coïncident avec la forte activité algale durant la période printano-estivale. Egalement les valeurs de l'Oxygène dissous, corrélées positivement à la richesse spécifique ($r = 0,66$, $p=0,05$), proche de la sursaturation, indiquent une activité intense durant la même période. Ces observations ont également été rapportées par Berrada et *al* (2000). L'évolution saisonnière (printano-estivale) de la chlorophylle a, suit plus ou moins celle de l'activité algale. A l'inverse les valeurs les plus basses de la chlorophylle suivent la chute brutale de la biomasse algale.

En portant attention à la série de corrélation impliquant l'ensemble des variables physico-chimiques, les analyses montrent que c'est la température de l'eau et la conductivité électrique (CE) qui sont le plus souvent reliées aux autres variables. En effet d'après Alaoui et *al*. (2000), la température est un facteur déterminant pour la dynamique écologique des systèmes aquatiques car elle influence fortement les cinétiques chimiques et biologiques.

Par ailleurs la conductivité électrique (CE) et la température de l'eau sont les variables les plus fortement associées au premier axe et sont donc les plus influentes dans la dispersion des espèces. Selon Lavoie (2001), une augmentation de la CE, corrélée positivement aux RS ($r=0,66$, $p = 0,05$), peut être associée à l'érosion des sols et aux eaux de ruissèlement qui transportent les ions majeurs. Ces faits sont corroborés par Tidjani et *al* (2002).

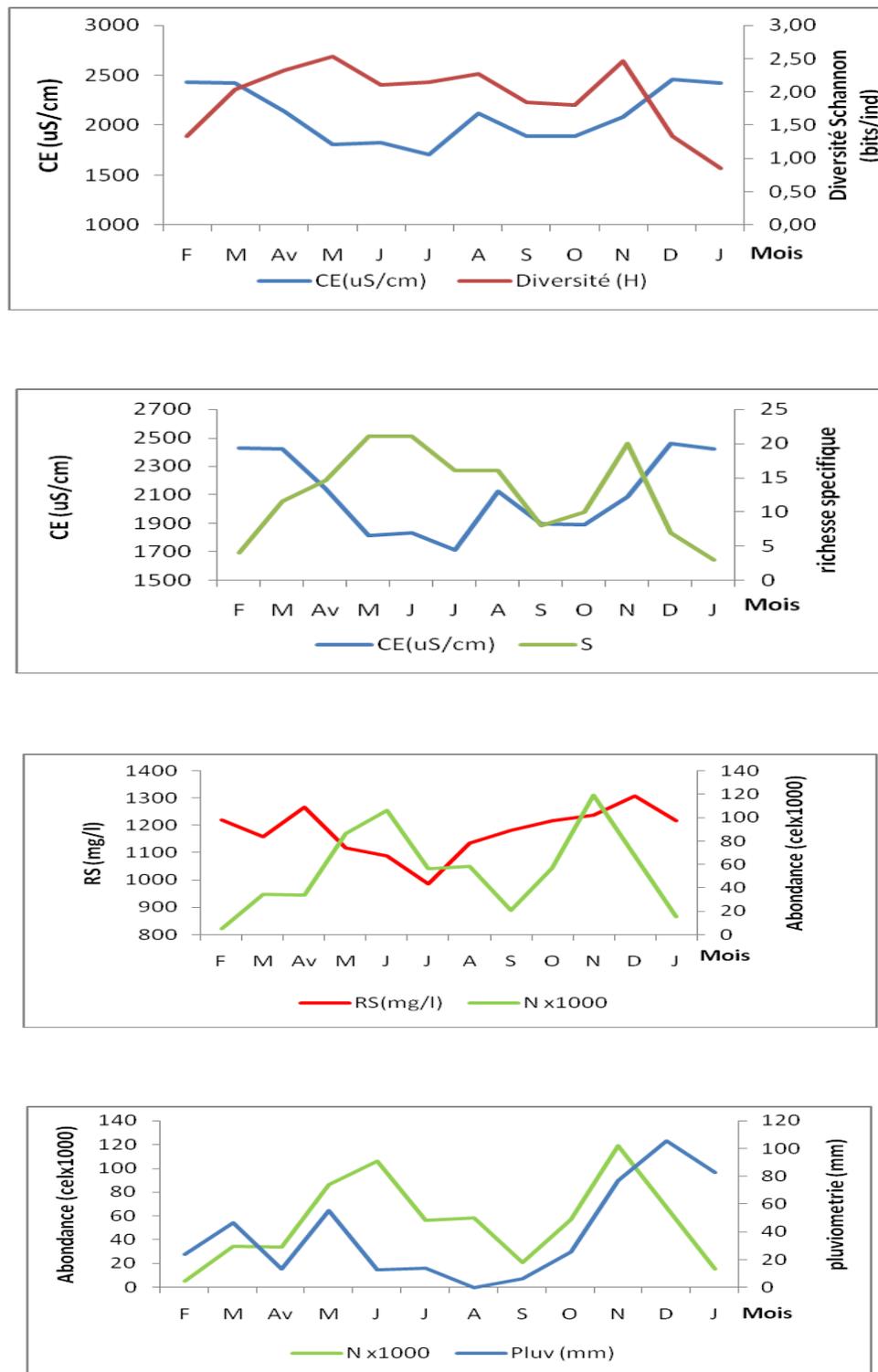


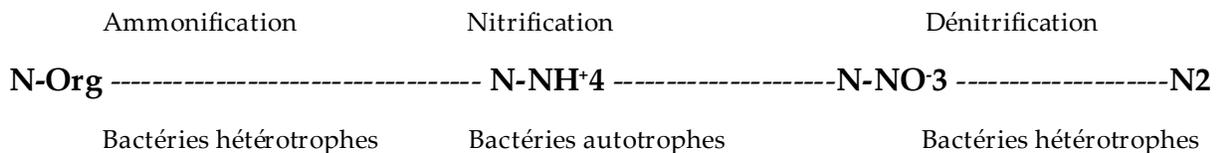
Figure 4.7 : Variation saisonniere des indices biologiques en fonction de l'environnement abiotique

D'autre part, la CE est corrélée négativement à la biomasse phytoplanctoniques représentée par ses indices de diversité (H) et de richesse spécifique (S) ($r = -0,66$ et $r = -0,62$, $p = 0,05$), nos résultats semblent confirmer ceux obtenus par Lavoie (2001).

De la même manière les RS, en saison pluvieuses, peuvent être liés à l'azote et au phosphore car une augmentation de l'érosion hydrique entraîne des particules de sol et de matières organiques auxquelles sont associés les nutriments Iltis (1982) et Sadani et al (2004).

Par ailleurs L'impact des éléments nutritifs sur le développement des espèces semble être significatif (figure 4.7.) et annexe 2.6, particulièrement pour les Diatomophycées pour la forme nitrate ($r = 0,66$, $p = 0,05$) et les Euglenophycées pour les orthophosphates ($r = 0,61$, $p = 0,05$).

Parmi les éléments azotés, mis à part la forme nitrate dont la moyenne annuelle tourne autour 2.11 mg/l, les autres formes sont en deca des quantités tolérées (< 2mg/l) quantité jugée inhibitrice pour la photosynthèse des algues dans les eaux de surface Valyron (1994). Cette rareté des N-NO₂ et des N-NH₄ dans les eaux de surface peut être expliquée par son oxydation rapide en nitrates, et sont donc rarement présents en concentration élevées à l'état naturel. En milieu aquatique le cycle de l'azote est un processus qui correspond à la transformation de l'azote organique (provenant des déchets apportés dans l'eau, des organismes morts ou des rejets métaboliques des animaux aquatiques et notamment des poissons) en azote minéral Severrin-Reyssac (1995), Barroin (1999). Le stade ultime de cette transformation étant le nitrate selon Lacaze (1996)



Pourcher (1990) et Barroin (1999) expliquent le phénomène de prolifération algal par le fait qu'en début de printemps l'augmentation de l'éclairement et l'amorce d'une stratification font que le phytoplancton prolifère, il utilise les nutriments présents en abondance et n'est guère consommé par le zooplancton. Ce phytoplancton printanier est constitué principalement de chlorophycées et de diatomées.

En pleine saison estivale et à partir du mois de juin jusqu'au mois de septembre on remarque une chute importante de la biomasse algale. Cette période coïncide avec les fortes températures estivales, des nutriments, principalement azotés, en nette régression et une activité des brouteurs (observée mais non mesurée) intense, qui se traduit par une baisse de l'activité phytoplanctonique particulièrement des chlorophycées et des Diatomophycées contrairement à une augmentation de la classe des Dinophycées et des Euglenophycées (Aout) qui semblent être moins appréciés, comme nourriture, par les brouteurs d'après Pinnel-Alloul (1998) d'une part et moins sujets à la décantation compte tenu de la présence de flagelles leur permettant de se déplacer dans la colonne d'eau, d'autre part d'après Angelli (1980).

Tous ces faits ont également été observés par divers auteurs tels que Savouré (1977), Reynauds (1981), Ouatarra et al (2001) et Himmin et al (2005), qui imputent ces variations à différentes causes telles, l'activité des brouteurs intense en pleine saison estivale, la raréfaction des éléments nutritifs du fait de leur épuisement, et leur non renouvellements en période d'étiage.

4.3.5.2. Influence de l'environnement biotique.

Les modifications des assemblages phytoplanctoniques en réponse aux perturbations environnementales se concrétisent également à travers le nombre des espèces, les indices de diversité et les successions des espèces. Nous avons recensé dans cette première étude 37 taxons (sans compter les taxons non identifiés). La retenue de Sidi-Yacoub se caractérise par :

-Une périodicité saisonnière de la biomasse phytoplanctonique dont le maximum se déroule au printemps (mois de mai, juin) et en automne (novembre). Les indices de diversité sont alors au plus haut mais sans jamais dépasser les 3 bits/ind. D'après Kemka (2004), cet état traduit un stade pionnier caractérisé par une population jeune à haut pouvoir de multiplication principalement constituée de la classe des chlorophycées et dont seulement 4 espèces constituent plus de 50% des effectifs.

Le problème de la structuration du peuplement phytoplanctonique a fait l'objet de nombreuses publications surtout en milieu marin Margalef (1984). En milieux limniques on retiendra les travaux de Devaux (1976), Sommers (1986), Amblard (1992) cités par Kemka (2004). D'après Barroin (1999), le phytoplancton évolue au cours des saisons tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Ce sont les variations des facteurs physiques température, lumière, chimiques (nutriments) et biologiques (broutage par le zooplancton très abondant en période productive (été), et leurs combinaison qui déterminent cette évolution.

De cette variabilité spatio-temporelle il en résulte que les assemblages d'espèces dominantes sont celles présentant les caractéristiques biologiques et les préférences écologiques les plus appropriées Ramade (2005).

Les variations observées dans la structure des assemblages dépendent grandement des caractéristiques environnementales. Les espèces répondent au travers de leur occurrence et de leur abondance à un gradient physique temporel et nutritionnel Barroin (1999). Ainsi en saison hivernale, caractérisée par des apports liquides importants entraînent généralement une augmentation de la turbidité des eaux et une grande instabilité hydrologique limitant ainsi le développement algal.

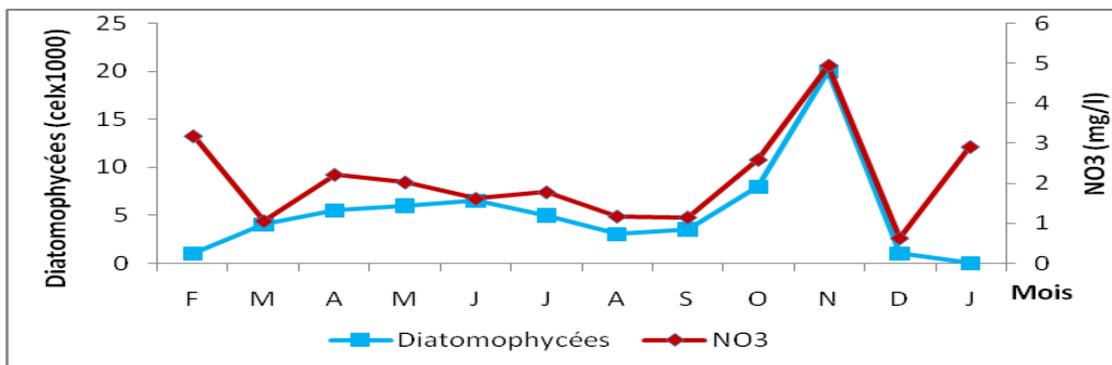
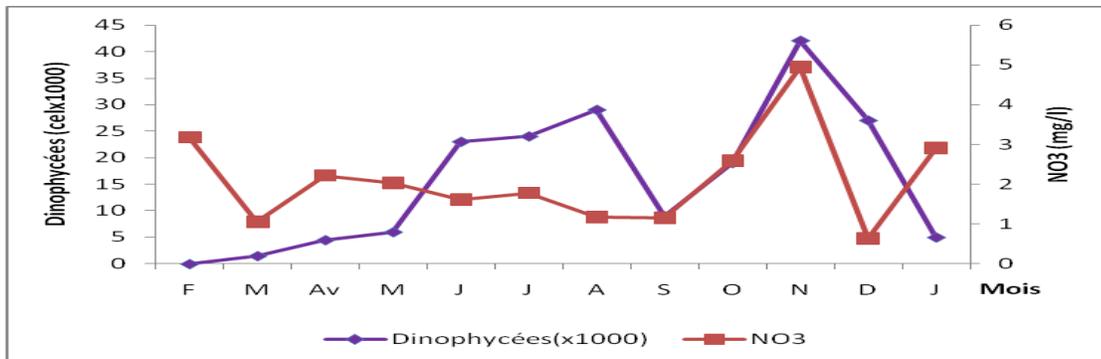
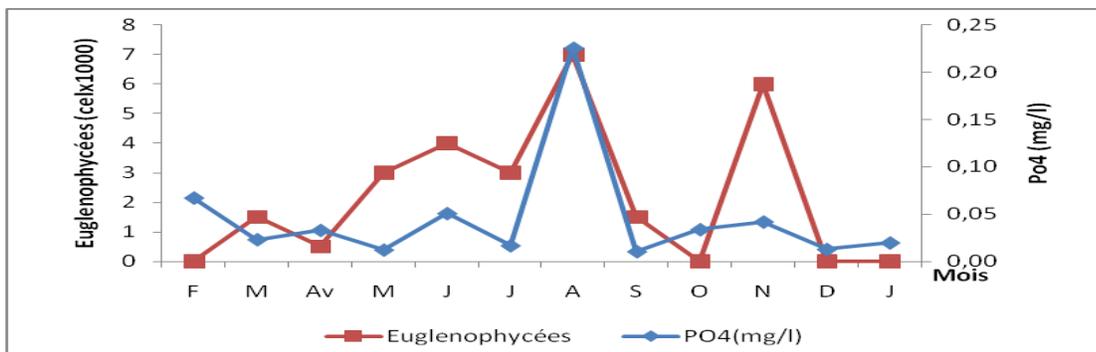
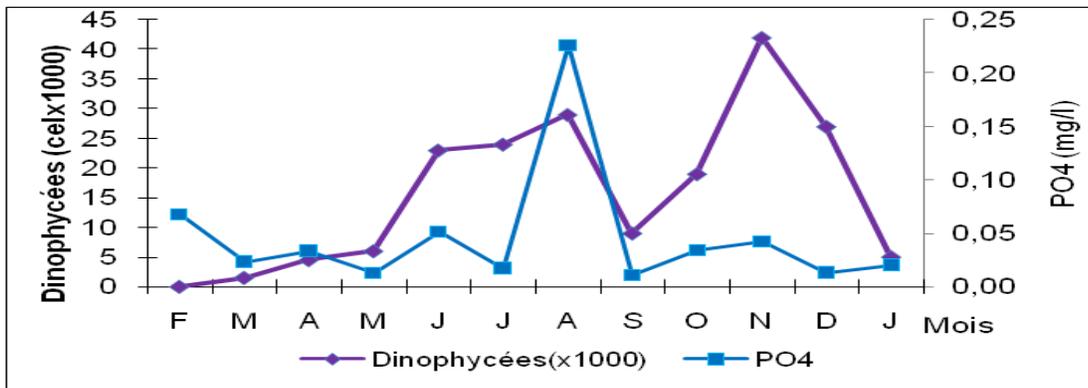


Figure 4.8. Impact des nutriments (mg/l) sur l'abondance phytoplanctonique ($\times 10^3$ cel/l)

La retenue de Sidi-Yacoub est caractérisée, par de faibles teneurs en éléments nutritifs durant l'année, du moins en ce qui concerne le phosphore (excepté pour le mois d'aout). Elle développe un phytoplancton assez pauvre en termes de richesse soit une moyenne de 2 espèces par prélèvement. Par comparaison à certains lacs tropicaux où la richesse spécifique varie entre 111 et plus de 300 taxons selon Ngansoumana (2006). En région semi arides, pour certains réservoirs marocains, les chiffres oscillent entre 50 à 60 taxons selon Berrada et *al* (2000).

La production phytoplanctonique n'est pas très abondante dans la retenue de Sidi-Yacoub. Mais la nature des algues dominantes dans cet écosystème, principalement des Dinophycées et des Chlorophycées, majoritairement hétérotrophes facultatives avides de matières organiques indique un milieu instable d'après Angelli (1980).

La succession algale est nettement marquée par une dominance d'algues vertes en terme de biomasse (Chlorophycées) assez variée (18 espèces) et ceci durant tout le cycle annuel de production. La présence d'espèces typiques appartenant à certains ordres telles que les volvocales et les chlorococcales suggèrent un milieu assez riche en matières organiques de diverses origines.

La présence du groupe des Dinophycées majoritairement représentés par *Peridinium spp*, espèce considérée comme dominante et constante au niveau de la retenue, peut suggérer une eutrophisation à moyen terme malgré l'absence dans nos échantillons d'espèces à risque. Ces résultats ont également été observés par Alaoui et *al* (2000) dans la retenue El Massira (Maroc).

La présence d'Euglenophycées même en nombre réduit (trois espèces), sont considérés classiquement comme des indicateurs d'eaux riches en matières organique. Les genres *Euglena*, *Phacus* et *Ceratium* présents particulièrement en période estivale confirment cet état Angelli (1980). D'autre part l'existence de flagelles leur confère une mobilité

extrême qui est un atout pour une meilleure exploitation de la colonne d'eau à la recherche de matières organiques diverses.

Les Diatomophycées, malgré leur relative présence (12 espèces) sont très faiblement représentés en termes de biomasse et la majorité est considérée comme espèces rares. La présence de *Navicula spp* considérée comme un genre bio indicateur de pollution organique ainsi que la présence de la diatomée *Nitzschia spp* pendant la phase automnale indiquent bien un milieu assez extrême dominé par des espèces qui reflètent la nature du milieu dans lequel elles évoluent. Par ailleurs il semble que les caractéristiques physiologiques et morphologiques liées à chaque espèce gouvernent en grande partie les types de stratégies et mécanismes intervenant dans le processus de succession Pierre (2001). La composition spécifique de la retenue de Sidi-Yacoub semble réagir rapidement aux fluctuations de l'environnement.

L'étude des assemblages phytoplanctoniques à été également abordé par des indices synthétiques tels que l'indice de Shannon et de régularité. Il ressort les considérations suivantes :

D'après Pearson et Rosenberg in Zahaf (1990) les valeurs de diversité (H) d'un peuplement pris au hasard, illustrent la correspondance entre la diversité et l'augmentation ou la diminution de la pollution. Glemarek et Hilley (1981) signalent à titre indicatif que des valeurs de $H > 3$ sont le reflet d'un assemblage normal ou équilibré alors que des valeurs de $H < 1$ correspondent à un assemblage en milieu perturbé, l'état de déséquilibre se situant entre les deux $1 < H < 3$. A Sidi-Yacoub l'indice de Shannon n'a jamais dépassé 3 bits/ind. D'autre part l'indice de régularité qui complète l'indice de diversité et qui est considéré comme un complément vient renforcer l'appréciation de Thomassin (1978) qui considère que des valeurs de $E > 0.8$ caractérisent un peuplement en équilibre alors que des valeurs de $0.65 < E < 0.80$ indiquent un peuplement en léger déséquilibre.

Une autre observation importante dans le fonctionnement du réservoir de Sidi-Yacoub doit être mise en évidence : La clarification de l'eau avec un doublement de la profondeur de la zone euphotique en période estivale. Cette observation a également été mise en évidence par Le Cohue et *al* (1994), dans le réservoir de Pareloup (France). Cet auteur impute ce phénomène en période estivale à la mise en place d'une stratification thermique, qui a pour conséquence la fin de la succession autogénique avec un retour au stade pionnier au sein du biotope. Il ajoute par ailleurs, l'influence de la température de l'air (et donc de l'eau) sur la mise en place d'une succession de type cyclique.

4.3.5.3. Evaluation qualitative de l'eau à partir des indices biotrophiques.

En s'inspirant d'un modèle de la directive cadre de L'UE in Koemann et Bijkerk (2001), de la grille OCDE (1982) et de Reynolds (1998) (Tableau 4.7), sur l'utilisation de la teneur en chlorophylle a, de la transparence au disque de Secchi et des groupements fonctionnels déterminés à partir de la moyenne estivale (Avril à Septembre), l'état trophique des eaux du barrage de Sidi-Yacoub présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 4.7 Etat trophique des eaux de Sidi-Yacoub

Etat trophique	Chlorophylle a (µg/l)	Transparence (Secchi) (m)	Espèces Indicatrices
Oligotrophe	≤ 2.5	≥ 6	-
Mésotrophe	2.5 – 8	6 - 3	<i>Oocystis spp</i> , <i>Scenedesmus spp*</i> , <i>Pandorina spp</i> , <i>Cosmarium spp*</i> , <i>Peridinium spp*</i> , <i>Ceratium</i>
Eutrophe	8 - 25	3 – 1.5	<i>Glenodinium spp*</i> , <i>Ceratium spp</i> , <i>Peridinium spp*</i> , <i>Cryptomonas spp</i> , <i>Asterionella spp</i> , <i>Scenedesmus spp*</i>
Hypereutrophe	≥ 25	≤ 1.5	<i>Euglena spp</i> , <i>Phacus spp</i>
Sidi-Yacoub	Max : 32.4 Moy : 17.76	Max : 1.8 Moy : 1.35	

Remarque :

1/ Les espèces citées dans le tableau sont répertoriées à Sidi-Yacoub et citées par Reynolds (1998) et Mason (2002) comme indicatrices de l'état trophique considéré.

2/ Les espèces avec (*) sont également présentes et considérées comme dominantes (Fréquence relative > 5 %) et considérées comme constantes à communes (fréquence d'occurrence > 25 %).

Si l'on tient compte des résultats observés et synthétisés au niveau du tableau (4.7), déterminés à partir des paramètres et des valeurs seuils prédéfinis par les sources bibliographiques citées plus haut on peut dire que :

-La chlorophylle (a) Moyenne classe le barrage à l'état **eutrophe**

-La chlorophylle (a) Max., classe le barrage à l'état **hypereutrophe**

-La transparence (DS) Moyenne : classe le barrage à l'état **hypereutrophe**

-la transparence Max : classe le barrage à l'état **eutrophe**

Par ailleurs la présence des espèces repères citées en (*) par rapport à leurs fréquence classe le barrage à l'état eutrophe durant la période de référence d'avril à septembre.

Selon Bernarhdt (1981) in Boucheraï (1992) qui définit l'usage de l'eau selon le degré trophique, on peut dire avec quand même des précautions que les eaux de barrage de Sidi-Yacoub en l'état actuel et selon les descripteurs utilisés, sont de mauvaise qualité pour servir de source d'eau potable.

Conclusion générale.

Le suivi du compartiment phytoplanctonique dans la retenue de Sidi-Yacoub met en évidence une présence algale marquée par une certaine saisonnalité. En effet malgré une présence annuelle, la variation saisonnière du phytoplancton est marquée principalement par deux périodes distinctes : la saison printano-estivale d'une durée de cinq mois s'étalant d'avril à aout, et une deuxième période plus courte, automnale, d'une durée de deux mois s'étalant d'octobre à novembre. Les relevés ont montré par ailleurs une prédominance de la classe des Chlorophycées durant tout le cycle annuel excepté pour le mois d'aout où la classe des Dinophycées est majoritaire. En général les périodes de fortes densités cellulaires sont dues en moyenne à un groupe restreint d'espèces phytoplanctoniques composées majoritairement de chlorophycées (*Ulothrix spp*, *Scenedesmus spp* et *Cosmarium spp*) et de Dinophycées (*Peridinium spp*) qui semblent trouver dans le milieu une opportunité favorable à leurs développements. En effet l'appartenance taxonomique de ces espèces semble indiquer un milieu en voie d'eutrophisation. La prépondérance de la classe des Euglenophycées en période estivale par rapport au cycle annuel confirme également l'évolution de l'état trophique du milieu en fonction de l'évolution des saisons. D'autre part les analyses multivariées et principalement l'ACP montre l'effet des facteurs climatiques et leurs incidence sur le développement algal. La saison hivernale caractérisée par des températures froides, turbidité élevée ainsi qu'un éclaircissement faible influe négativement sur le développement algal. Durant cette saison les taux d'O₂ sont au plus bas. Par contre de mai à juin le phytoplancton est à son maximum de croissance ; l'activité photosynthétique est intense en témoigne le taux d'O₂ proche de la saturation.

A partir de juillet (étiage) le déclin de l'activité algale s'amorce et touche principalement la classe des Chlorophycées et des Diatomophycées. Les classes des Euglenophycées et

des Dinophycées amorcent une continuité et ne semblent guère contrariées en raison de leurs adaptations ecophysiologiques propres. On observe un pic au mois d'aout en relation avec celui du pic de P-PO₄ dû probablement à l'intense minéralisation de la matière organique d'origine algale. Cette activité bactérienne consommatrice d'O₂ explique peut être la remise en circulation des formes d'orthophosphates solubles.

Cette étude avait aussi pour but d'avoir une idée sur l'introduction de descripteurs biologiques en tant qu'éléments additionnel pour une meilleure gestion de la qualité de l'eau. L'utilisation d'indices trophique basés sur des paramètres nouvellement introduits dans certains pays avancés telles que l'indice chlorophylle ou les indices spécifique par les groupements fonctionnels semblent plus pertinents que le simple usage des paramètres physico-chimiques. En effet les espèces peuvent intégrer l'ensemble des perturbations d'origine naturelles ou anthropiques et réagir en conséquent par des changements dans le temps et l'espace. Dans la retenue de Sidi-Yacoub la majorité des espèces recensées qu'elles soient dominantes ou sous dominantes sont connues pour être tolérantes à des eaux polluées.

Perspectives

En Algérie, pays à climat semi aride, l'approvisionnement en eau pour différent usages est assuré pour une grande partie par les eaux de surface mobilisables par la centaine de barrages existant et en construction Kettab (2001). D'après cet auteur les réserves mobilisables sont à peine de 2. 10⁹ Hm³, pour des besoins évalués à plus de 5. 10⁹Hm³.

Par ailleurs, Ces aménagements clés de la ressource en eau nécessaires au développement et au maintien d'importantes activités économiques dans les secteurs agricoles, agro-industriel et urbain, peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité des eaux de barrages. La dégradation de la qualité des eaux de barrage peut gêner sérieusement l'exploitation des stations de traitement des eaux. Les surcouts générés pour lutter contre le foisonnement des algues, pendant les périodes critiques, peut

rendre prohibitif le coût de l'eau. Les éléments nutritifs, surtout azotés et phosphorés, sont universellement connus pour leurs rôles en tant que facteurs aggravants.

Dans notre étude nous avons essayé d'analyser, pour une première approche, le cas du réservoir de Sidi-Yacoub, certaines conclusions en ont été tirées. Cependant dans des actions futures et pour appréhender l'ensemble des phénomènes rentrant en jeu, nous suggérons l'approfondissement des points en matière de recherche visant à mieux cerner ::

- Le régime de stratification du plan d'eau.
- L'interaction bassin versant-plan d'eau
- La répartition des éléments nutritifs dans la colonne d'eau
- La répartition des pluies et du couvert végétal
- La dynamique des éléments nutritifs dans les cours d'eaux
- La quantification de la biomasse algale dans les différentes strates d'eau
- La nature des algues en amont et en aval du plan d'eau
- La dynamique du phosphore dans les sédiments du plan d'eau
- Le profil d'O₂ dans la colonne d'eau
- Le suivi des algues indicatrices d'un état eutrophe, particulièrement les Cyanophycées connues pour leurs toxicités potentielles.

-Références bibliographiques-

- 1- **ABH. Chlef-Z.** 2005. Evaluation des ressources en eau et en sol. Ministère des ressources en eau, pp 6-29
- 2- **Alaoui M., Aleya L., Rachiq S., Devaux J.** 1994. Etude préliminaire sur les échanges de phosphore à l'interface eau-sédiment au sein de la retenue d'Al Massira (Maroc). *Revue des Sciences de l'Eau*, 7 pp 115-130.
- 3- **Alaoui L., Agoumi A., Moncef M., Mokhliss K.,** 2000. Etude du régime thermique de la retenue Al Massira 5Mroc). *Hydroecol. Appl. Tome 12 Vol. 1-2*, pp. 183- 206
- 4- **Al-Baret JJ. Ecourtin JM.,** 1990. Influence des saisons et des variations climatiques sur les peuplements de poissons d'une lagune tropicale en Afrique de l'Ouest. *Acta Oecologica*, 11(4), pp 557- 583.
- 5- **Amblard E.,** 1992. Les successions phytoplanctonique en milieu lacustre. *Ann. Bio.*, 26 Vol. 1, pp 1-34
- 6- **ANBT,** 1985. Barrage de Sidi-Yacoub. Ministère de l'hydraulique, de l'environnement et des forêts, pp 1-11
- 7- **Angelier E.,** 2000. *Ecologie des eaux courantes.* Edit : Tec et Doc, paris. p.
- 8- **Angelli N.,** 1980. interaction entre la qualité des eaux et les éléments de son plancton. *Gauthier Villars*, pp. 97- 146
- 9- **Angelier E.,** 2003. Introduction à l'écologie. Des écosystèmes naturels à l'écosystème humain. Edit : Tec et Doc, paris. 230 p.
- 10- **Anneville O., Angelli N., Ginot V., Pelletier JP.,** 2001. Ambiguïté sur l'état trophique du Léman : vers un indice fondé sur les associations d'espèces. in *Etat de santé des écosystèmes aquatiques 1996-1999., Cemagref.* Edition pp. 153-175.
- 11- **Barroin G,** 1999. *Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d'eau.* I.N.R.A. Thonon-les-Bains, 119p.
- 12- **Binderheim E., Göggel W.,** 2007 : *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Aspect général. L'environnement pratique no 0701.* Office fédéral de l'environnement, Berne. 43 p.
Disponible sur www.environnement-suisse.ch/uv-0701-f
- 13- **Binet D.,** 1985. Essai d'utilisation de la diversité spécifique dans l'analyse des communautés de copépodes planctoniques du lagon de Nouvelle Calédonie. *Marine Biology* 88, pp. 85-99
- 14- **Blais S.,** 2003. la problématique des cyanobactéries (algues bleu-vert) à la baie de Missisquoi en 2001. *Agrosol*, vol. 13. N° 2, pp. 103- 110.
- 15- **Berrada FD., Berrada R., Benzekri A., Jabri E.,** 2000. Evolution saisonnières des peuplements phytoplanctonique dans le lac réservoir El Kansara (Maroc), en relation avec certains paramètres abiotiques et biotiques. *Hydrécol. Appl. Tome 12 Vol. 1-2*, pp. 207-231.

- 16- **Bouchrai S** (1992). Diagnostic et contrôle du phénomène d'eutrophisation du barrage de Keddara-Algérie SBGI. Lausanne Suisse, 10p.
- 17- **Bourelly P.**, 1966. les algues d'eau douces, initiation à la systématique. Tome 1 : Les algues vertes. Edition N. Boubée et Cie, Paris, 572p.
- 18- **Cemagref.**, 2003. Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau. Juillet 2003, 24p.
- 19- **Coté R., Bussières D., Desagne P.**, 2002. Distribution spatio-temporelle du phytoplancton et du zooplancton dans le lac Saint-Jean (Québec), un réservoir hydroélectrique. Rev. Sci. Eau. 15 (3), 597-614.
- 20- **Dabadie L.**, 1992. Cultures intensives de microalgues sur lisier de porc : Performance, contraintes, utilisation de biomasse. D.A.A., E.N.S.A., Montpellier. Dip. DEA, 125p
- 21- **De-Riviers B.**, 2003. Biologie et phylogénie des algues. Tome : 2. Edit : Belin, 255p.
- 22- **Desagne P.**, 1999. Aspect de la productivité primaire et secondaire d'un réservoir hydroélectrique Québécois. Mem. Univ. Québec. 70p.
- 23- **Devaux J.**, 1976. Dynamique des populations phytoplanctonique dans deux lacs du massif central Français. Ann. Stat. Biol., 10. 185p
- 24- **El-Karim I., El-Jakani M., Benzakour M.**, 2002. Fonctionnement hydrogéochimique d'un réservoir polymictique chaud : cas du réservoir Daourat (Maroc). Rev. Sci. Eau. 15(1). 349-356.
- 25- **Environnement Canada.**, 2001. Les éléments nutritifs dans l'environnement canadien : rapport sur l'état de l'environnement au Canada. N° de cat. En 1-11/97F. 77p
- 26- **Fawzi B., Chlaida M., Oubraim S., Loudiki M., Sabour B., Bouzidi A.**, 2001. Application de certains indices diatomiques à un cours d'eau marocain : Oued Hassar. Rev. Sci. Eau. 14/1, 73-89.
- 27- **Findley DL., Klingh HJ.**, 1994. protocole de mesure de la biodiversité : Le phytoplancton d'eau douce. Ministère des pêches et océans Institut des eaux douces. 501 University Crescent Winnipeg (Manitoba) R3T2N6 Canada. 17P
- 28- **Freemann MC., Crawford MK., Baret JC., Facey DE., Flood MG., Hill J., Stouder DJ., Grossman GD.**, 1982. Fisch assemblage stability in a Southern Appalachian stream. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences: 45, pp1949- 1958.
- 29- **Frontier S., Pichod-viale. D.**, 1998. Ecosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution. 2^e éd. Dunod. 447p.
- 30- **Frontiers S., Pichod-Viale D., Lepretre A., Davoult D., Luczak C.**, (2004). Ecosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution. 3^e éd. Dunod, Paris, 549 p.
- 31- **Furnestin M L.**, 1973. phytoplancton et production primaire dans le secteur sud-occidental de la méditerranée. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 37(1) p. 19-68.
- 32- **Gilbert M S.** Cryptogrammic botany: Algae and fungi. Second edition. Tome 3. Edit. McGraw-Hill. 556 p.

- 33- **Glemarek M., Hilly C., 1981.** Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les affluents urbains et portuaires. *Acta Oecologica, oecol. Appli.*, 2 (2) pp 139-150.
- 34- **Grossmann JD., Dowd J., Crawford M., 1990.** Assemblage stability in stream fishes: a review. *Environmental management*: 14. 661-671.
- 35- **Iltis A., 1982.** Peuplements algaux des rivières de Cote D'Ivoire. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 15 (3) : pp 241-251.
- 36- **Jacquet S ; (2005).** Impact des apports en nutriments sur le réseau trophique planctonique du lagon sud-ouest de la Nouvelle Calédonie. Thèse, Doc. Univ. Paris VI 278p
- 37- **Kemka N., Njinet T., Togouet SH., Zebazet N., 2004.** Phytoplancton du lac municipal de Yaoundé (Cameroun) : succession écologique et structure du peuplement. *Rev. Sci. Eau.*, 17(3) pp 301-306.
- 38- **Kettab A., 2001.** Les ressources en eau en Algérie : Stratégies, enjeux et visions. *Désalinisation* 136 pp. 25-33.
- 39- **Koeman R., Bijkerk R., 2001.** Bericht uber den IKS/CIPR Workshop: fytoplankton in rivieren; Bonn 28-29 maart 2001.
- 40- **Lacaze JC. 1996.** L'eutrophisation des eaux marines et continentales : causes, manifestations, conséquences et moyens de lutte. Ellipse, Paris, 191p.
- 41- **Lavoie I., 2001.** Evaluation du periphyton comme bioindicateur de la qualité de l'eau des rivières agricoles du Québec. *Mem. Mait. Es-Sci. Univ. Laval, Québec.* 125p.
- 42- **Lecohue R., brabet j., Guitard J., Comoy N., 1994.** Evolution spatiale du phytoplancton dans le réservoir de Pareloup. *Hydroécol. Appl. Tome 6 Vol. 1-2*, pp. 139-151.
- 43- **Lern DA., 2004.** réseau hydrologique littoral normand : cycles annuels 2001-2002 et propositions d'indicateurs d'eutrophisation. *Rapp. IFREMER, RST. Del/04.09/PB.* Décembre.
- 44- **Leveque C., 2001.** De l'écologie à la biosphère. Dunod. Paris 502p.
- 45- **Loez CR., saliban A., topalian ML., 1996.** Associations phytoplanctonique indicatrices de la pollution par le zinc. *Rev. Sci. Eau.* N° 3. 315-332.
- 46- **Magurran A E., 1988** Ecological Diversity and its Measurement. Croom Helm Limited, London. 179 p.
- 47- **Margalef R., 1984.** Le plancton de la Méditerranée. *La recherche* 158(15) : 1082-1094
- 48- **Mason C F., 2002.** Biology of freshwater pollution. 4 ed. Pearson. Practice. Hall. 387p
- 49- **Ngansoumana BA., 2006.** La communauté phytoplanctonique du lac de Guiers (Sénégal) : types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse Doc. 3^e cycle. Univ. cheikh Anta Diop Dakar (Sénégal) 155p.

- 50-Ouatara A., Podoor N., Gourene G., 2001.** Etude préliminaire de la distribution spatio-temporelle du phytoplancton dans un système fluvio-lacustre africain (Bassin Bia; Cote d'Ivoire). Hydroecol. Appl. Tome 13 Vol.
- 51- OMM., 1994.** Organisation météorologique mondiale : guide des pratiques hydrologiques. 5^e édit. Acquisition et traitement des données, analyse, prévisions et autres applications. OMM-N° 168. 829p.
- 52- OCDE., 1982.** Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance d'évaluation et de lutte, OCDE. Paris 165p.
- 53- Philipeau G., 1986.** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales ITCF Paris 63p
- 54- Pierre JF., 2001.** Catalogue des algues du Nord-est de la France et des régions attenantes. Bull. Acad. Lorraine, des Sci. 40,3. 100p
- 55- Pinnel-Alloul B., Mazumder A., Lacroix G., Lazzaro X., (1998).** Les réseaux trophiques lacustres : Structure, fonctionnement interactions et variations spatio-temporelles. Rev. Sci. Eau, N° spécial : 163-197.
- 56- Ramade P., 2005.** Eléments d'écologie : écologie appliquée. Edit Dunod. 6^e édition. Paris, 863p
- 57- Reynolds CS., 1998.** What factors influence the species composition of the phytoplankton in lakes of different trophic status? Hydrobiologia. 369/370: 11-26.
- 58- Ricklifs et Miller., 2005.** Ecologie. Edit. De Boeck. 821p
- 59- Rodier J., 2007.** Analyse de l'eau « eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer » Edit. Dunod, 8^e édition Paris 1383p.
- 60- Sadani M., Ouazani N., Mandi L., 2004.** impact de la sécheresse sur la qualité des eaux du lac Mansour Eddahabi (Ouarzazate, Maroc). Rev. Sci. Eaux, 17/1. 70-90
- 61- Sevrerin-Reyssac J., 1995.** Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Tec. Doc. Lavoisier, 118p
- 62- Tecult., 2005.** Etude de protection du bassin versant du barrage de Sidi-Yacoub. Phase II- description du milieu. Ministère des ressources en eau. ANBT. 05-14250.
- 63- Touahria T., 1999.** Etude de la biomasse, de la composition et de la structure des peuplements phytoplanctonique de la mer d'Alboran Est. Thèse, Magister. USTHB. ISN. 200p.
- 64- Utermohl H., 1958.** Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. Mitt. Int. Verein. Limnol., 9.1-38.
- 65- Valyron F., 1994.** mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement. Tome 1. Edit. tec. & Doc. Paris. 375p
- 66- Vaquer A., Pons V., Lautier j. 1997.** Distribution spatio-temporelle du phytoplancton dans le réservoir de Petit-saut (Guyane française). Hydroecol. Appl. Tome 9, Vol. 1-2, pp 169-193.
- 67- Zahaf C., 1990.** les peuplements macrobenthiques du port d'Alger. Evolution spatio temporelle. Impact de la pollution. Thèse Magister. USTHB 198p.

Annexe 1 : Résultats biologiques

Annexe 1.1: Résultat biologique global

N°	Classe	Espèces	Abondance x1000	Fréquence %	Occurrence %
1	Chlorophycées	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	32	3,08	22,22
2	"	<i>Scenedesmus heteracanthus</i>	4	0,38	5,56
3	"	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	56	5,38	55,56
4	"	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	47	4,52	50,00
5	"	<i>Scenedesmus acutis</i>	5	0,48	11,11
6	"	<i>Ulothrix spp</i>	168	16,15	61,11
7	"	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	17	1,63	44,44
8	"	<i>Coelastrum microporum</i>	73	7,02	38,89
9	"	<i>Cosmarium granatum</i>	44	4,23	55,56
10	"	<i>Cosmarium circular</i>	98	9,42	72,22
11	"	<i>Tetraedron minimum</i>	11	1,06	27,78
12	"	<i>Oocystis lacustris</i>	39	3,75	66,67
13	"	<i>Pandorina morum</i>	5	0,48	16,67
14	"	<i>Chodatella ciliata</i>	13	1,25	38,89
15	"	<i>Chodatella quadriseta</i>	1	0,10	5,56
16	"	<i>Chodatella subsalsa</i>	4	0,38	22,22
17	"	<i>Chlorococcum ssp</i>	17	1,63	72,22
18	"	<i>Asterococcus ssp</i>	10	0,96	38,89
19	Diatomophycées	<i>Entomoneis ornata</i>	5	0,48	16,67
20	"	<i>Synedra ulna</i>	2	0,19	11,11
21	"	<i>Stauroneis ssp</i>	1	0,10	5,56
22	"	<i>craticula ssp</i>	2	0,19	11,11
23	"	<i>Eunotia ssp</i>	1	0,10	5,56
24	"	<i>Navicula ssp</i>	22	2,12	66,67
25	"	<i>Diploneis ovalis</i>	2	0,19	11,11
26	"	<i>Gonphoneis minuta</i>	1	0,10	5,56
27	"	<i>Asterionella ssp</i>	9	0,87	44,44
28	"	<i>Chaetoceros muelleri</i>	18	1,73	50,00
29	"	<i>Amphora ovalis</i>	1	0,10	5,56
30	"	<i>Nitzschia ssp</i>	25	2,40	22,22
31	Euglenophycées	<i>Euglena ssp</i>	14	1,35	38,89
32	"	<i>Phacus longicauda</i>	16	1,54	66,67
33	"	<i>phacus pleuronectes</i>	7	0,67	33,33
34	Dinophycées	<i>Ceratium hirundinella</i>	15	1,44	50,00
35	"	<i>Peridinium ssp</i>	192	18,46	83,33
36	"	<i>Glenodinium ssp</i>	50	4,81	66,67
37	Cryptophycées	<i>Cryptomonas ssp</i>	13	1,25	50,00
		total	1040	100	

Annexe 1.2 : Fréquence relative et rang des espèces

espèces	Fréquence %	Rang
<i>Peridinium ssp</i>	18,46	1
<i>Ulothrix spp</i>	16,15	2
<i>Cosmarium circular</i>	9,42	3
<i>Coelastrum microporum</i>	7,02	4
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	5,38	5
<i>Glenodinium ssp</i>	4,81	6
<i>Scenedesmus subspicatus</i>	4,52	7
<i>Cosmarium granatum</i>	4,23	8
<i>Oocystis lacustris</i>	3,75	9
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	3,08	10
<i>Nitzschia ssp</i>	2,40	11
<i>Navicula ssp</i>	2,12	12
<i>Chaetoceros muelleri</i>	1,73	13
<i>Ankistrodesmus ssp</i>	1,63	14
<i>Chlorococcum falcatus</i>	1,63	15
<i>Phacus longicauda</i>	1,54	16
<i>Ceratium hirundinella</i>	1,44	17
<i>Euglena ssp</i>	1,35	18
<i>Chodatella ciliata</i>	1,25	19
<i>Cryptomonas ssp</i>	1,25	20
<i>Tetraedron minimum</i>	1,06	21
<i>Asterococcus ssp</i>	0,96	22
<i>Asterionella ssp</i>	0,87	23
<i>phacus pleuronectes</i>	0,67	24
<i>Scenedesmus acutis</i>	0,48	25
<i>Pandorina morum</i>	0,48	26
<i>Entomoneis ornata</i>	0,48	27
<i>Scenedesmus heteracanthus</i>	0,38	28
<i>Chodatella subsalsa</i>	0,38	29
<i>Synedra ulna</i>	0,19	30
<i>craticula ssp</i>	0,19	31
<i>Diploneis ovalis</i>	0,19	32
<i>Chodatella quadriseta</i>	0,10	33
<i>Stauroneis ssp</i>	0,10	34
<i>Eunotia ssp</i>	0,10	35
<i>Gonphoneis minuta</i>	0,10	36
<i>Amphora ovalis</i>	0,10	37

Annexe 1.3 : Fréquence d'occurrence des espèces.

N°	classe	espèces	occurrence %	catégorie
1	Dinophycées	<i>Peridinium ssp</i>	83,33	Constante
2	Chlorophycées	<i>Cosmarium circular</i>	72,22	commune
3	Chlorophycées	<i>Chlorococcum ssp</i>	72,22	"
4	Chlorophycées	<i>Oocystis lacustris</i>	66,67	"
5	Diatomophycées	<i>Navicula ssp</i>	66,67	"
6	Euglenophycées	<i>Phacus longicauda</i>	66,67	"
7	Dinophycées	<i>Glenodinium ssp</i>	66,67	"
8	Chlorophycées	<i>Ulothrix ssp</i>	61,11	"
9	Chlorophycées	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	55,56	"
10	Chlorophycées	<i>Cosmarium granatum</i>	55,56	"
11	Chlorophycées	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	50,00	"
12	Diatomophycées	<i>Chaetoceros muelleri</i>	50,00	"
13	Dinophycées	<i>Ceratium hirundinella</i>	50,00	"
14	Cryptophycées	<i>Cryptomonas ssp</i>	50,00	"
15	Chlorophycées	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	44,44	"
16	Diatomophycées	<i>Asterionella ssp</i>	44,44	"
17	Chlorophycées	<i>Coelastrum microporum</i>	38,89	"
18	Chlorophycées	<i>Chodatella cilliata</i>	38,89	"
19	Chlorophycées	<i>Asterococcus ssp</i>	38,89	"
20	Euglenophycées	<i>Euglena ssp</i>	38,89	"
21	Euglenophycées	<i>Phacus pleuronectes</i>	33,33	"
22	Chlorophycées	<i>Tetraedron minimum</i>	27,78	"
23	Chlorophycées	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	22,22	Rare
24	Chlorophycées	<i>Chodatella subsalsa</i>	22,22	"
25	Diatomophycées	<i>Nitzschia ssp</i>	22,22	"
26	Chlorophycées	<i>Pandorina morum</i>	16,67	"
27	Diatomophycées	<i>Entomoneis ornata</i>	16,67	"
28	Chlorophycées	<i>Scenedesmus acutis</i>	11,11	"
29	Diatomophycées	<i>Synedra ulna</i>	11,11	"
30	Diatomophycées	<i>craticula ssp</i>	11,11	"
31	Diatomophycées	<i>Diploneis ovalis</i>	11,11	"
32	Diatomophycées	<i>Eunotia ssp</i>	5,56	"
33	Diatomophycées	<i>Gonphoneis minuta</i>	5,56	"
34	Diatomophycées	<i>Amphora ovalis</i>	5,56	"
35	Chlorophycées	<i>Scenedesmus heteracanthus</i>	5,56	"
36	Chlorophycées "	<i>Chodatella quadriseta</i>	5,56	"
37	Diatomophycées	<i>Stauroneis ssp</i>	5,56	"

Annexe 1.4 : Moyennes mensuelles des abondances ($\times 10^3$ cel/l) durant l'année d'étude 2008/09.

Classes	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	%
Chlorophycées	3,00	23,50	23,00	71,00	74,30	24,00	19,00	6,00	30,0	49,00	39,00	10,00	56.29
Diatomophycées	1,00	4,00	5,50	6,00	6,50	5,00	3,00	3,50	8,00	20,00	1,00	0,00	9.63
Euglenophycées	0,00	1,50	0,50	3,00	4,00	3,00	7,00	1,50	0,00	6,00	0,00	0,00	4.02
Dinophycées	0,00	1,50	4,50	6,00	23,00	24,00	29,0	9,00	19,0	42,00	27,00	5,00	28.83
Cryptophycées	1,00	1,50	0,50	0,00	1,30	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1.11
Total	5,00	32,00	34,00	86,00	109,10	56,00	58,0	21,0	57,0	119,00	67,00	15,00	100.00
moy	1,00	6,40	6,80	17,20	21,82	11,20	11,6	4,20	11,4	23,80	13,40	3,00	
Ecartype	1,22	9,62	9,34	30,18	30,53	11,82	12,12	3,33	12,99	21,05	18,39	4,47	
CV	122,47	150,32	137,32	175,45	139,93	105,53	104,45	79,24	113,97	88,46	137,26	149,07	

Annexe 1.5 : Abondance saisonnière du phytoplancton en %

Classes %	automne	hivers	printemps	été
Chlorophycées	42	60	78	53
Diatomophycées	16	2	10	6
Euglenophycées	4	0	3	1
Dinophycées	36	37	8	34
Cryptophycées	2	1	1	6

Annexe 1.6 : Abondance ($\times 10^3$ cel/l) des classes par date de relevé.

Dates	23/2	9/3	23/3	7/4	21/4	10/5	25/5	9/6	23/6	29/6	13/7	23/8	15/9	28/9	15/10	10/11	15/12	15/1		
Classes	F	M	M	A	A	M	M	J	J	J	JU	A	S	S	O	N	D	J	Annuel	En %
Chlorophycées	3	34	13	30	16	84	58	79	65	79	24	19	6	6	30	49	39	10	644	61,92
Diatomophycées	1	1	7	8	3	4	8	1	3	9	5	3	2	5	8	20	1	0	89	8,56
Euglenophycées	0	1	2	0	1	5	1	3	3	2	3	7	3	0	0	6	0	0	37	3,56
Dinophycées	0	1	2	5	4	5	7	9	28	32	24	29	9	9	19	42	27	5	257	24,71
Cryptophycées	1	2	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	2	0	2	0	0	13	1,25
Total classes	5	39	25	44	24	98	74	93	101	123	56	58	20	22	57	119	67	15	1040	100

Annexe 2 : Résultats physico-chimiques et indices biologiques

Annexe 2.1 : Moyennes mensuelles des descripteurs physico chimie

MOIS	T°C (eau)	Con µs/cm	pH	O ₂ %	RS (mg/l)	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	NH ₄ +mg/l	PO ₄ mg/l	Pluv mm	Tur NTU	N x1000	S	H	E
F	11,50	2430,00	7,58	55,90	1222,00	3,18	0,02	0,07	0,07	24,00	10,20	5,00	4,00	1,33	0,96
M	14,40	2421,00	7,61	72,75	1159,00	1,06	0,04	0,04	0,02	46,70	10,55	34,50	11,50	2,04	0,84
Av	17,50	2139,00	7,70	77,24	1267,00	2,22	0,03	0,09	0,03	13,60	5,80	34,00	14,50	2,32	0,87
M	18,90	1814,00	7,77	90,35	1118,80	2,03	0,02	0,05	0,01	55,30	6,20	86,00	21,00	2,53	0,84
J	24,20	1830,00	7,55	65,78	1089,50	1,62	0,03	0,04	0,05	13,10	10,20	106,00	21,00	2,11	0,69
J	23,30	1710,00	7,69	78,11	985,60	1,78	0,01	0,04	0,02	14,00	4,70	56,00	16,00	2,14	0,77
A	28,90	2122,00	7,62	74,13	1134,70	1,18	0,02	0,03	0,23	0,00	3,75	58,00	16,00	2,26	0,82
S	27,00	1895,00	7,52	82,87	1181,60	1,15	0,01	0,09	0,01	6,30	3,75	21,00	8,00	1,84	0,89
O	24,70	1890,00	7,47	74,60	1216,80	2,59	0,02	0,02	0,03	25,70	5,25	57,00	10,00	1,80	0,78
N	18,50	2087,00	7,46	70,87	1237,70	4,94	0,00	0,06	0,04	77,10	5,90	119,00	20,00	2,46	0,82
D	15,00	2459,00	7,51	76,52	1309,00	0,63	0,12	0,05	0,01	105,50	6,45	67,00	7,00	1,33	0,68
J	11,30	2422,00	7,50	40,67	1219,00	2,91	0,03	0,03	0,02	82,60	9,85	15,00	3,00	0,85	0,78
Min	11,30	1710,00	7,46	40,67	985,60	0,63	0,00	0,02	0,01	0,00	3,75	5,00	3,00	0,85	0,68
Max	28,90	2459,00	7,77	90,37	1309,00	4,94	0,12	0,09	0,23	105,50	10,55	119,00	21,00	2,53	0,96
Moy	19,60	2101,58	7,58	71,65	1178,39	2,11	0,03	0,05	0,05	38,66	6,88	54,88	12,67	1,92	0,81
Ectype	5,96	276,27	0,10	12,90	87,58	1,19	0,03	0,02	0,06	34,42	2,60	35,59	6,39	0,51	0,08
CV	30,42	13,15	1,30	18,01	7,43	56,39	99,44	44,88	129,08	89,03	37,71	64,86	50,45	26,74	9,68

Annexe 2.2 : Temps de résidence de l'eau à Sidi-Yacoub

Années	Apports	Défluent	Volumes	Temps séjour (années)
85/86	26,10	12,97	102,35	7,89
86/87	73,10	25,21	149,20	5,92
87/88	43,44	63,49	128,97	2,03
88/89	33,23	83,42	79,10	0,95
89/90	15,23	49,57	44,78	0,90
90/91	39,18	25,49	58,13	2,28
91/92	24,51	21,94	63,70	2,90
92/93	7,86	22,70	45,10	1,99
93/94	14,14	21,08	38,15	1,81
94/95	45,62	27,18	55,95	2,06
95/96	127,91	25,26	158,30	6,27
96/97	64,56	43,38	177,28	4,09
97/98	89,00	50,89	226,20	4,44
98/99	31,00	66,47	180,34	2,71
99/00	10,50	67,54	123,25	1,82
00/01	93,12	72,52	143,85	1,98
01/02	14,09	65,29	92,65	1,42
02/03	41,32	40,62	93,35	2,30
03/04	29,26	43,92	78,69	1,79
Min	7,86	12,97	38,15	0,90
Max	127,91	83,42	226,20	7,89
Moy.	43,32	43,63	107,33	2,92
Ecart type	32,50	21,22	53,93	1,92
CV %	133,29	205,60	199,03	152,00

Annexe 2.3 : Températures moyennes et précipitations relevées durant l'année d'étude

MOIS	F(2008)	M	Av	M	J	J	A	S	O	N	D	J (2009)
Pluv. (mm)	24,0	46,7	13,6	55,3	13,1	14,0	0,0	6,3	25,7	77,1	105,5	82,6
T°c moyair	13,7	14,3	18,5	20,2	27,9	30,3	30,5	25,9	21,2	13,4	10,6	10,5

Annexe 2.4 : statistiques descriptives des paramètres physico chimiques utilisés lors de l'étude.

paramètres	T°eau	Con	pH	O ₂ %	RS	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	Pluv	Tur
MOY	19,60	2101,58	7,58	72,48	1178,39	2,11	0,03	0,05	0,05	38 ,5	6,88
Ecart type	5,96	276,27	0,10	13,97	87,58	1,19	0,03	0,02	0,06	34,42	2,60
MAXIMA	28,90	2459,00	7,77	90,35	1309,00	4,94	0,12	0,09	0,23	105,5	10,55
MINIMA	11,30	1710,00	7,46	40,67	985,60	0,63	0,00	0,02	0,01	0,00	3,75
CV %	30.35	13.13	1.31	19,27	7.43	56.39	100	40.00	120	89,03	37.79

Annexe 2.5 : Matrice de corrélation de Pearson pour les descripteurs physicochimiques et biologiques (14 variables)

	T°C(eau)	Con	pH	O ₂ %	RS	NO ₃	NO ₂	NH ₄ ⁺	PO ₄ ⁻	Pluv	Tur	N	S	H
T°C(eau)	1													
Con	-0,751	1												
pH	0,027	-0,287	1											
O ₂ %	0,573	-0,567	0,387	1										
RS	-0,472	0,666	-0,476	-0,197	1									
NO ₃	-0,297	0,020	-0,303	-0,404	0,221	1								
NO ₂	-0,351	0,525	-0,130	-0,027	0,472	-0,513	1							
NH ₄ ⁺	-0,124	0,030	0,212	0,364	0,306	0,098	-0,118	1						
PO ₄	0,420	0,069	0,050	-0,106	-0,116	-0,088	-0,168	-0,266	1					
Pluv	-0,651	0,523	-0,329	-0,281	0,510	0,220	0,566	-0,151	-0,414	1				
Tur	-0,694	0,521	-0,114	-0,684	0,086	0,121	0,157	-0,185	-0,229	0,278	1			
N	-0,266	0,350	-0,210	0,043	0,766	0,287	0,154	0,173	-0,088	0,427	-0,053	1		
S	0,473	-0,656	0,415	0,449	-0,493	0,093	-0,332	-0,032	0,165	-0,227	-0,248	-0,059	1	
H	0,520	-0,618	0,503	0,659	-0,398	0,047	-0,416	0,197	0,193	-0,386	-0,429	0,063	0,903	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0,050 (test bilatéral)

Annexe 2.6 : Matrice de corrélation de Pearson (16 variables)

	T°C(eau)	Con	pH	O ₂ %	RS	NO ₃	NO ₂	NH ₄ ⁺	PO ₄	Pluv	Tur	Chloro	Diato	Eugleno	Dino	Crypto
T°C(eau)	1															
Con	-0,751	1														
ph	0,027	-0,287	1													
O ₂ %	0,573	-0,567	0,387	1												
RS	-0,472	0,666	-0,476	-0,197	1											
NO ₃	-0,297	0,020	-0,303	-0,404	0,221	1										
NO ₂	-0,351	0,525	-0,130	-0,027	0,472	-0,513	1									
NH ₄ ⁺	-0,124	0,030	0,212	0,364	0,306	0,098	-0,118	1								
PO ₄	0,420	0,069	0,050	-0,106	-0,116	-0,088	-0,168	-0,266	1							
Pluv	-0,651	0,523	-0,329	-0,281	0,510	0,220	0,566	-0,151	-0,414	1						
Tur	-0,694	0,521	-0,114	-0,684	0,086	0,121	0,157	-0,185	-0,229	0,278	1					
Chloro	0,159	-0,442	0,176	0,264	-0,222	0,038	0,088	-0,209	-0,151	0,211	0,081	1				
Diato	0,209	-0,373	-0,221	0,208	0,012	0,662	-0,424	0,092	-0,069	0,097	-0,234	0,462	1			
Eugleno	0,552	-0,389	0,116	0,211	-0,444	0,138	-0,411	-0,148	0,616	-0,233	-0,329	0,389	0,527	1		
Dino	0,451	-0,281	-0,376	0,129	-0,074	0,208	0,044	-0,274	0,304	0,158	-0,441	0,378	0,611	0,659	1	
Crypto	-0,122	0,108	-0,307	-0,048	0,093	0,386	-0,297	0,365	-0,115	-0,014	0,363	0,130	0,555	0,262	0,111	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0,050 (test bilatéral)

Annexe 2.7 Coordonées des individus

	F1	F2	F3	F4
F	2,408	-1,243	0,913	-0,516
M	1,191	-0,338	-0,633	-1,172
Av	-0,391	2,306	0,106	-0,651
Mai	-2,140	1,340	0,052	-1,789
JU	-1,489	-1,853	0,262	-0,503
JUL	-3,172	-1,826	-0,422	-1,345
Ao	-2,481	-1,082	-0,665	2,553
S	-1,631	1,168	-0,977	0,686
O	-0,151	0,015	0,379	1,798
N	0,223	1,900	2,993	0,623
D	3,412	1,180	-2,947	0,262
J	4,220	-1,568	0,939	0,054

Annexe 2.8 Cos² des individus

	F1	F2	F3	F4
F	0,443	0,118	0,064	0,020
M	0,228	0,018	0,064	0,221
Av	0,016	0,560	0,001	0,045
Mai	0,383	0,150	0,000	0,268
JU	0,232	0,360	0,007	0,027
JUL	0,560	0,186	0,010	0,101
Ao	0,330	0,063	0,024	0,350
S	0,208	0,107	0,075	0,037
O	0,003	0,000	0,020	0,454
N	0,003	0,241	0,597	0,026
D	0,489	0,059	0,365	0,003
J	0,796	0,110	0,039	0,000

Planches

Planches 1-18 : Chlorophycées

Planches 19-30 : Diatomophycées

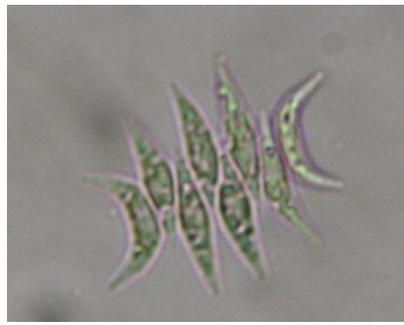
Planches 31 -33 : Euglenophycées

Planches 34 -36 : Dinophycées

Planche 37 : Cryptophycées



1 *Colastrum microporum*



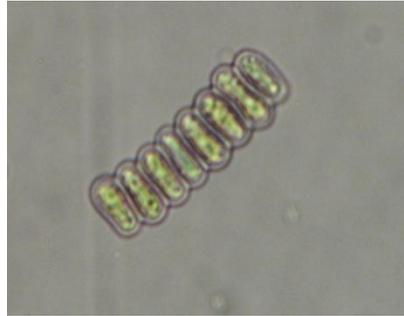
2 *Scenedesmus acuminatus*



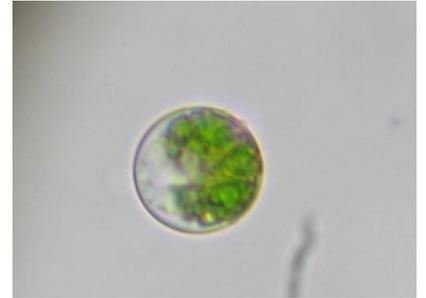
3 *Asterococcus ssp*



4 *Scenedesmus heteracanthus*



5 *Ulothrix ssp*



6 *Chlorococcum ssp*



7 *Cosmarium granatum*



8 *Cosmarium circular*



9 *Oocystis lacustris*



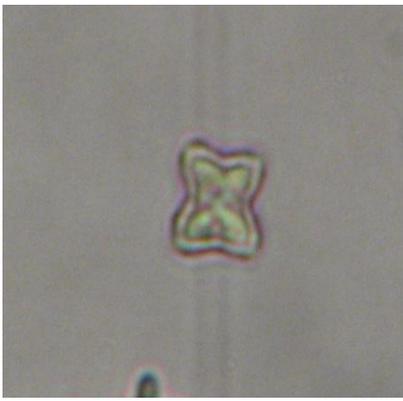
10 *Chodatella subsalsa*



11 *Pandorina morum*



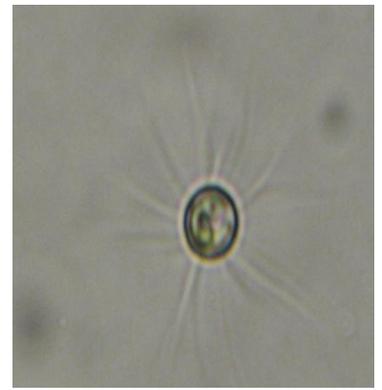
12 *Ankistrodesmus falcatus*



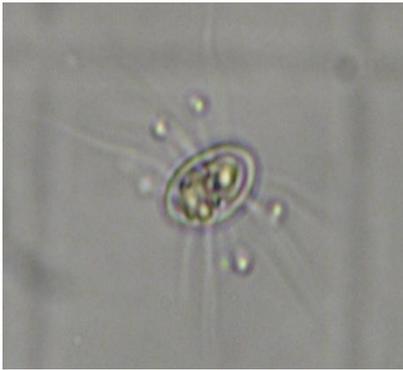
13 *Tetraedron minimum*



14 *Scenedesmus quadricauda*



15 *Chodatella ciliata*



16 *Chodatella subsalsa*.



17 *Scenedesmus acutis*



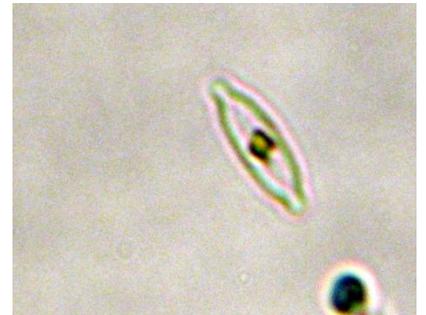
18 *Chodatella quadriseta*



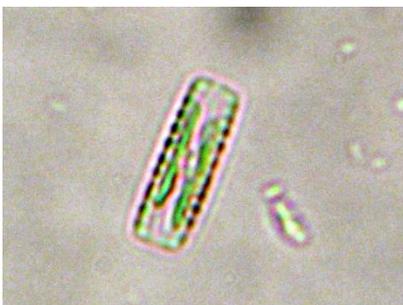
19 *Synedra ulna*



20 *Stauroneis ssp*



21 *Craticula ssp*



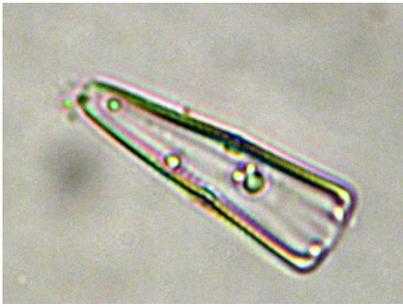
22 *Eunotia ssp*



23 *navicula ssp*



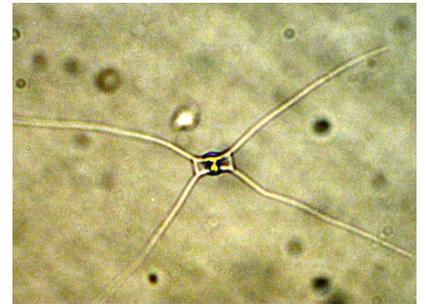
24 *Dilploneis ovalis*



25 *Gonphoneis minuta*



26 *Asterionella ssp*



27 *Chaetoceros muelleri*



28 *Amphora ovalis*



29 *Nitzschia ssp*



30 *Entomoneis ornate*



31 *Phacus pleuronectes*



32 *Phacus longicauda*



33 *Euglena ssp*



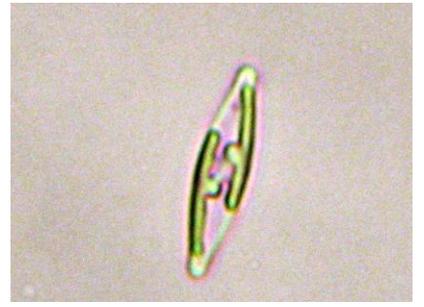
34 *Peridinium ssp*



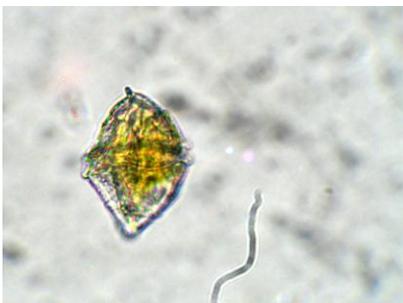
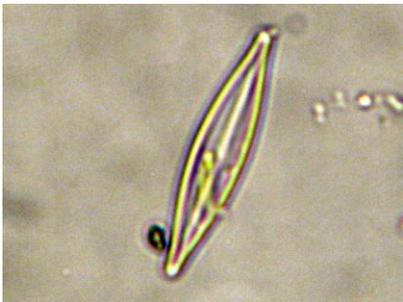
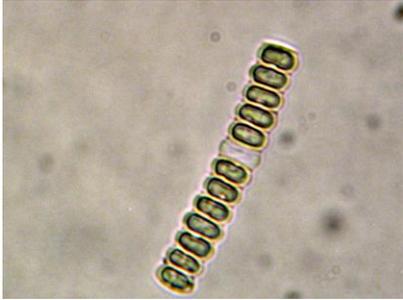
35 *Ceatium hirundinella*

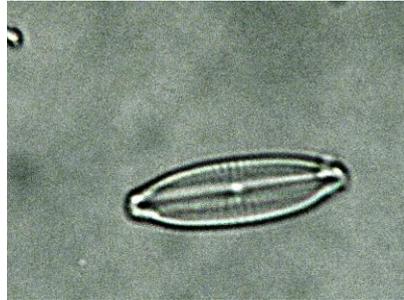
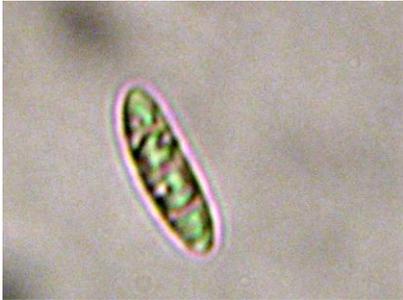
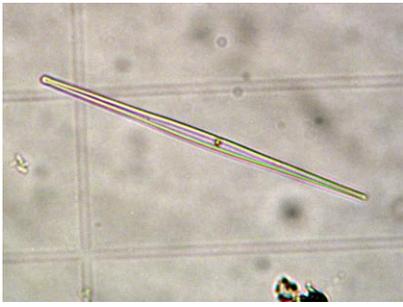


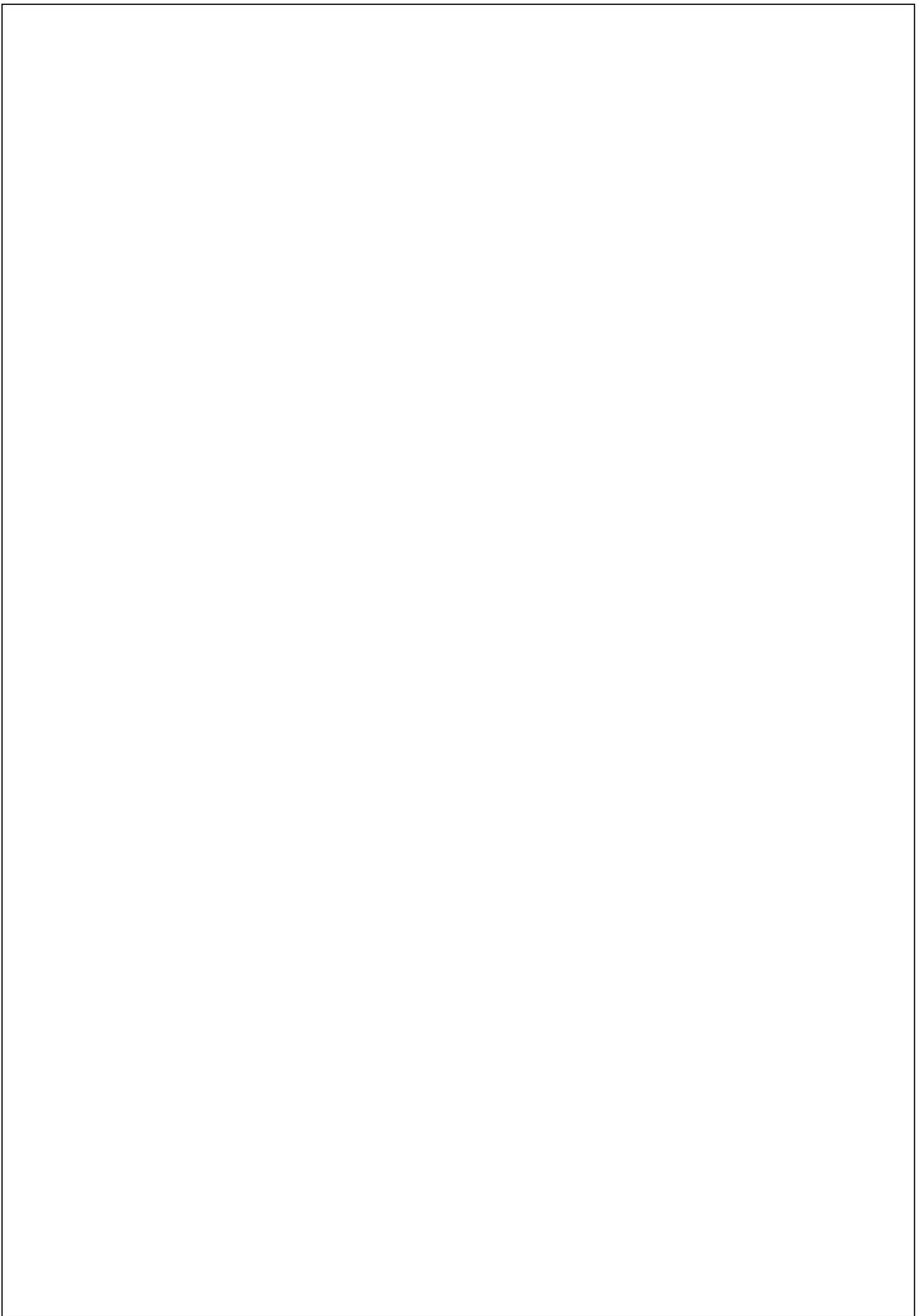
36 *Glenodinium ssp*



37 *Cryptomonas* ssp







RESUME.

Cette étude porte sur un écosystème aquatique assez profond, le lac réservoir de Sidi-Yacoub (Chlef-Algérie) d'où est prélevée une bonne partie de l'eau potable pour la ville de Chlef. Comme première étude, elle vise à identifier les associations phytoplanctoniques en relation avec les facteurs de l'environnement susceptibles de provoquer ou de modifier ou de contrôler le développement des espèces phytoplanctoniques en général et en particulier des espèces potentiellement toxiques. Le phytoplancton a été échantillonné au cours d'un cycle annuel (Février 2008 à janvier 2009). Une approche temporelle a été privilégiée afin de cerner l'évolution saisonnière du phytoplancton dans la retenue. L'évolution des assemblages phytoplanctoniques en terme taxonomique, abondance, diversité spécifique, régularité et stabilité en fonction des descripteurs environnementaux ont été étudiés. L'utilisation de statistiques descriptives et l'analyse en composantes principales nous ont permis d'avoir une vision globale de la structure temporelle du phytoplancton. Parmi les 37 espèces recensées dans la présente étude 21 espèces sont considérées comme communes au niveau de la retenue de S-Yacoub et sont pour la plupart inféodées à la classe des Chlorophycées.

Peridinium ssp est considérée toutefois comme la Dinophycées la plus abondante et la plus constante dans les prélèvements. Du point de vue évolution nous avons pu dégager deux pics d'efflorescence algale : en Mai juin et en Novembre (printemps et automne).

Dans cette étude le climat semble déterminant sur la composition spécifique des assemblages sur le profil saisonnier. La pluviométrie par le phénomène érosif qu'elle provoque, est le principal pourvoyeur en éléments nutritifs, entre autres azotés. Les facteurs de charge, notamment le phosphore issu des sédiments de fond ou de la décomposition algale, semblent également influencer certains groupes phytoplanctoniques tels que les Dinophycées et les Euglenophycées en période estivale (août).

La composition en espèces nous a également permis d'entrevoir la possibilité d'utiliser les groupes fonctionnels indicateurs de l'état trophique du milieu étudié. De ce qu'il ressort, la présence d'espèces indicatrices d'un statut eutrophe est signe d'une dépréciation de la qualité de l'eau du réservoir.

Mots clefs : *Barrage S-Yacoub, Phytoplancton, Assemblages, facteurs biotrophiques.*

ABSTRACT

This study focuses on an aquatic ecosystem deep enough, the reservoir lake of Sidi-Yacoub (Chlef-Algeria) which is taken much of the drinking water for the city of Chlef. As a first study aims to identify the phytoplankton associations in relation to environmental factors that may cause or modify or Controller development of phytoplankton in general and in particular the potentially toxic species. The phytoplankton was sampled over an annual cycle (February 2008 to January 2009). A temporal approach was preferred to determine the seasonal evolution of phytoplankton in the reservoir. The evolution of phytoplankton assemblages in terms taxonomic abundance, species diversity, evenness and stability in terms of environmental descriptors were investigated. Using descriptive statistics and principal component analysis allowed us to get an overview of the temporal structure of the phytoplankton. Among the 37 species identified in this study 21 species are considered common in the retention of Sidi-Yacoub and are mostly restricted to the class of Chlorophyceae. *Peridinium spp* however is considered as the Dinophycées the most abundant and most consistently in the samples. From a development we could identify two peaks of algal blooms in May June and November (spring and autumn). In this study the climate seems to determine the species composition of assemblages on seasonal profile. The rainfall by the erosion it causes, is the main provider of nutrients, including nitrogen. Load factors, including phosphorus from bottom sediments or algal decomposition, also appear to affect certain groups such as phytoplankton Dinophycées and Euglenophycées in summer (August). The species composition has also allowed us to glimpse the possibility of using functional indicators of trophic status of the environment studied. This is clear, the presence of indicator species of eutrophic status is a sign of an impairment of water quality in the reservoir.

Keywords: *Dam-S Yacoub, Phytoplankton, assemblies, biotrophic factors.*