



VULNERABILITE DE LA LAGUNE TAMELAHT(BEJAIA) FACE AU DEVELOPPEMENT DES CYANOBACTERIES

DEHBI ZEBBOUDJ A., DJOUAD S., SAYAD A., AIT MEZIANE H.

Laboratoire de Biochimie Appliquée, Faculté des Sciences de Nature et de la Vie,
Université A. Mira, Béjaïa (Algérie),

Dehbi_2000@yahoo.fr

RESUME

La lagune Tamelaht est l'une des rares zones humides de Béjaïa (Nord-Est algérien) aux rôles multiples. Elle abrite une flore et une faune considérables et constitue un passage zone obligatoire de transition pour de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques qui viennent se nourrir et se reposer avant de poursuivre leur migration vers le sud.

Située à proximité de l'aéroport et à 80 m de la Méditerranée, elle est soumise et en permanence, à des perturbations diverses dues aux activités anthropiques croissantes.

Ce travail est une contribution à la caractérisation physico-chimique des eaux de cette lagune pour cerner son évolution en matière de pollution et actualiser sa flore algale déjà entamée auparavant.

Les analyses des échantillons d'eau provenant de cette lagune ont permis d'identifier une trentaine de genres appartenant à quatre classes systématiques, 23 Cyanophyceae (Cyanobactéries), 20 Chlorophyceae, 19 Diatomophyceae et 07 Euglenophyceae.

Ces algues se développent dans des eaux alcalines, assez oxygénées et assez fournies en nutriments.

Malgré sa petite surface, la lagune Tamelaht est un écosystème d'un grand intérêt écologique. Cependant, elle est menacée par différents facteurs perturbateurs (bruit, rejets liquides, déchets solides, pâturage,...) ce qui la fragilise de plus en plus fort tous les jours.

Mots clés : lagune Tamelaht, Béjaïa, algues, pollutions, Cyanobactéries.

ABSTRACT

The lagoon Tamehlaht is one of the few wetlands Bejaia (Northeast Algeria) with multiple roles. It contains a considerable flora and fauna and is a required field transition path for many species of aquatic birds that come to feed and rest before continuing their migration south.

Located near the airport and 80 meters from the Mediterranean, it is subject and continuously to various disturbances due to increasing anthropogenic activities.

This work is a contribution to the physico-chemical characterization of waters of the lagoon to determine its evolution in terms of pollution and update its algal flora already started before.

Analyzes of water samples from the lagoon have identified thirty genera belonging to four classes systematic Cyanophyceae (Cyanobacteria), Chlorophyceae, Diatomophyceae and Euglenophyceae. These algae grow in alkaline waters, sufficiently oxygenated and with enough nutrients.

Despite its small area, the lagoon Tamehlaht is an ecosystem of great ecological interest. However, it is threatened by various disturbing factors (noise, liquid waste, solid waste, pasture,...). These disturbances weaken the middle more every day.

Keywords : Tamehlaht lagoon, Bejaia, Algae, pollution, Cyanobacteria.

INTRODUCTION

La lagune Tamehlaht fait partie des rares zones humides de Béjaia (Nord-est, Algérie). La flore et la faune y sont richement représentées. Cependant, les agressions commises à l'endroit de cette zone humide ne cessent de se multiplier. En plus de sa proximité de l'aéroport, au trafic aérien intense, on assiste souvent à des déversements de terre et de gravats enlevés de chantiers divers, au pâturage des bêtes domestiques, à la chasse et pêche sauvages, aux proliférations des décharges, aux inondations qui charrient plus de débris de la plage Sidi Ali Lebhar avoisinante ou de l'embouchure toute proche de l'Oued Soummam. Ces agressions sont en train de perturber l'équilibre du milieu, d'enlaidir le paysage et surtout de détruire des gîtes naturels utilisés par les multiples espèces d'oiseaux migrateurs entraînant leur raréfaction comme c'est le cas du grèbe castagneux (UCD, 2007).

DESCRIPTION DU MILIEU D'ETUDE

La lagune Tamehlaht est située à 3 km de la ville de Béjaia, à environ 80 m de la mer Méditerranée, à exposition nord-est (Figure 1).



Figure 1 : Image satellite avec localisation de la lagune Tamelaht.
Echelle 1/100

Elle occupe une superficie d'environ 20 ha pendant la période hivernale qui diminue jusqu'à 6 ha pendant la période sèche avec une profondeur variant de 0,5 à 5 m.

D'après le centre national d'étude et de la documentation pour la pêche et l'aquaculture, ces coordonnées géographiques sont 36° 43 pour la latitude Nord, 5° 4 pour la longitude Est, 1 m pour l'altitude.

Elle appartient au bassin versant de la Soummam. Le sol de la lagune est limono-sableux au premier profil (0 à 10cm) puis devient argilo-limoneux (UCD, 2007).

La lagune Tamelaht est une zone humide de grande importance vue sa richesse en espèces animales et végétales. En effet, les inventaires réalisés (Dahmana, 2003) révèlent l'existence d'une multitude d'espèces de mammifères, insectes, oiseaux, poissons, reptiles,...etc.

La végétation terrestre du site est constituée d'une strate arborescente dominée par les Tamaricacées et les Palmacées et une strate herbacée constituée de Graminées. Pour la végétation aquatique, des études réalisées récemment ont dressé une liste de 76 algues dont 38 sont des algues bleues (Djouad, 2007).

La zone d'étude, subie un climat de type méditerranéen (Benhamiche, 1997), sub-humide à hiver chaud.

MATERIELS ET METHODES

L'étude de la flore algale de la lagune Tamelaht a été réalisée entre mars et mai 2012. Au total, 20 échantillons ont été réalisés durant cette période.

Les prélèvements d'eau ont été faits en sub-surface, au niveau des 04 points les plus accessibles (Figure 2).

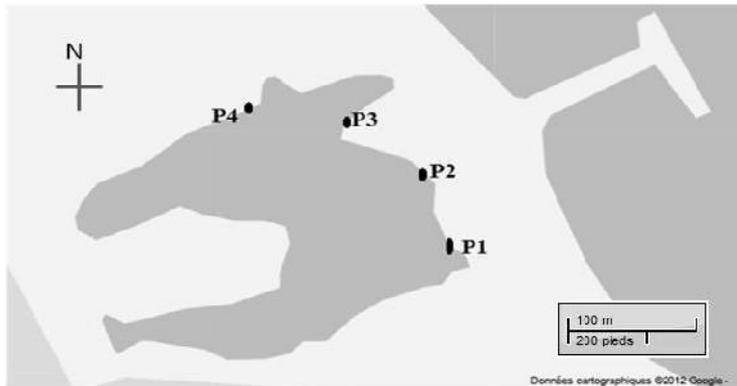


Figure 2 : localisation des points d'échantillonnage au niveau de la lagune Tamehlaht

A l'aide d'un analyseur multi-paramètre Type EXTECH, la salinité, la température, la conductivité électrique et le potentiel hydrogène (pH) ont été mesurés sur place.

D'autres éléments ont été analysés au laboratoire (Rodier, 1996): l'oxygène dissous a été mesuré à l'aide d'un oxymètre de paillasse Type DOX20T ; les nitrates ont été déterminés par la méthode au salicylate de sodium, les nitrites par la méthode au réactif de Zambilli et les orthophosphates, par la méthode au molybdate d'ammonium. Les lectures étant effectuées au spectromètre Type UNICO 1200 à une longueur d'onde de 415nm (nitrates), de 435 nm (nitrites) et de 690 nm (orthophosphates).

Quant aux ions chlorures, ils ont été dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium (Méthode de Mohr).

Concernant les algues, leur récolte a été faite par :

- Expression des végétaux immergés qui hébergent souvent des algues épiphytes,
- Grattage de pierres, branches ou débris immergés ou simplement humides sur lesquels un enduit gélatineux ou coloré laisse supposer un développement algal.
- Concentration des algues planctoniques par un filet à phytoplancton de 25µm de vide de mailles, et de 30 cm de diamètre.

RESULTATS ET DISCUSSION

ANALYSE DE CERTAINS PARAMETRES PHYSICOCHEMQUES DES EAUX DE LA LAGUNE TAMELAHT

Certains paramètres physico-chimiques ont été mesurés pour avoir une idée sur l'environnement dans lequel se développent les algues. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau I :

Tableau 1 : paramètres physico-chimiques mesurés au niveau de la lagune Tamejaht.

Dates des prélèvements	Paramètres physico-chimiques									
	T°air	T°eau	pH	Sal.	Cond.	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻	Cl ⁻	O ₂
13/03/2012	17	15,4	8,38	4,98	1010	11,98	6,06	1,44	2,62	5,98
01/04/2012	23	21,2	8,1	5,71	11450	9,28	8,74	2,22	3,61	4,01
18/04/2012	18	15,8	8,2	6,70	8400	7,17	5,26	1,90	2,43	5,60
02/05/2012	22	20,3	7,51	4,51	8990	7,58	3,73	1,15	2,93	5,36
16/05/2012	23,5	22,2	8,49	4,33	8630	3,62	7,09	1,66	2,76	5,83
moyennes	20,7	19,81	8,06	4,78	9515	7,92	6,17	1,67	2,87	5,27

pH : Potentiel hydrogène ; T° Air : Température de l'air en °C ; T° eau : Température de l'eau en °C ; Sal. : Salinité en g/l de chlorures de sodium ; Cond. : Conductivité électrique en µs/cm ; NO₃⁻:nitrates en mg/l ; NO₂⁻:nitrites en mg/l ; PO₄⁻ : orthophosphates en mg/l ; Cl⁻ : chlorures en g/l et O₂ : oxygène dissous en mg/l.

Températures

Les températures des eaux mesurées au cours de la période d'échantillonnage sont moyennes et se situent entre 15,8°C et 22,25°C. Ces températures sont légèrement faibles par rapport à celles de l'air mais elles suivent la même tendance.

Potentiel Hydrogène

L'évolution du potentiel hydrogène de la station d'étude indique que ces eaux sont de nature alcaline. En effet, le pH moyen calculé pour toute la période d'étude est de 8,06.

Les valeurs supérieures à 7 sont généralement liées à l'eutrophisation du milieu. Elles pourraient s'expliquer la présence de phytoplancton qui, grâce à la photosynthèse, libère de l'oxygène augmentant ainsi sa concentration et consommerait du CO₂ entraînant l'élévation du pH (Lacroix, 1991).

Salinité

Les valeurs enregistrées de la salinité présentent une moyenne de 4,78 g/l. Cette valeur confirme la nature saumâtre des eaux de ce plan d'eau. Cette salinité est probablement liée à la libération des ions des sédiments ou à leur concentration (Lacroix, 1991).

Conductivité

L'évolution de la conductivité suit relativement celle de la salinité. Les valeurs enregistrées révèlent une charge ionique assez élevée des eaux de surface de cette lagune. La valeur moyenne calculée étant de 9515 µs/cm. Elle dépassant largement celle tolérée (3000 µs/cm) par la réglementation algérienne (décret exécutif N°01-1220 ; 2001)

L'oxygène dissous (O₂)

La teneur moyenne en oxygène dissous des eaux de surface de notre milieu d'étude est de 5,27 mg/l indiquant une oxygénation moyenne (Beupoil et Bornens, 1999). Les teneurs en oxygène dissous peuvent être liées à l'activité photosynthétique et à l'oxygène atmosphérique.

Les nitrates (NO₃⁻)

Les concentrations en nitrates de la lagune Tamelaht diminuent graduellement au cours de la période d'étude (mars-mai) de sa valeur maximale de 11,98 mg/l enregistrée le 13 mars jusqu'à atteindre une valeur minimale de 3,62 mg/l (16 mai). La teneur moyenne en nitrates (NO₃⁻) enregistrée au cours de cette période d'étude est de 7,92 mg/l.

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Ces valeurs obtenues sont probablement dues aux multiples apports d'effluents arrivant à cette lagune.

En effet, les effluents industriels, agricoles et les déjections humaines élèvent les teneurs en nitrates des eaux et sont témoins de la dégradation de la qualité de l'eau.

Les nitrites (NO_2^-)

La teneur moyenne des eaux de surface de notre milieu d'étude en nitrites est de 6,17 mg/l. sachant que la valeur maximale tolérée est de 2mg/l (Décret exécutif N° 01-1220, 2001), ces eaux sont considérées inaptes à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

Ces concentrations élevées peuvent être dues aux rejets provenant de l'aéroport et des habitations limitrophes.

Les Orthophosphates (PO_4^-)

La concentration moyenne en orthophosphates des eaux de notre milieu d'étude est de 1,67mg/l. Ces faibles valeurs montrent que cet élément est utilisé par les végétaux pour leur activité.

Les Chlorures (Cl)

La composition des eaux de la lagune Tamelaht en chlorures est révélée par une teneur moyenne de l'ordre de 2,87g/l. Cette teneur en chlorures est confirmée par les valeurs élevées de la salinité et de la conductivité enregistrées en parallèle. L'état saumâtre des eaux de cette lagune et probablement la libération des ions se trouvant dans les sédiments et qui sont mis en contact avec les eaux, pourraient expliquer ces teneurs.

ANALYSE DE LA FLORE ALGALE

Les différents groupes algaux sont des éléments biologiques fondamentaux pour appréhender la structure et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Par ailleurs, parmi ces groupes, certains sont souvent utilisés pour évaluer la qualité des eaux (Couté, 1990).

Les observations microscopiques d'une vingtaine d'échantillons provenant de la lagune Tamelaht, entre mars et mai 2012, ont permis de répertorier 69 taxons selon Bourrelly (1981, 1985, 1988). Ils sont représentés sur la figure 3 et répartis en :

- 23 Cyanophyceae (Cyanobactéries),
- 20 Chlorophyceae,
- 19 Bacillariophyceae (Diatomophyceae),
- 07 Euglenophyceae.

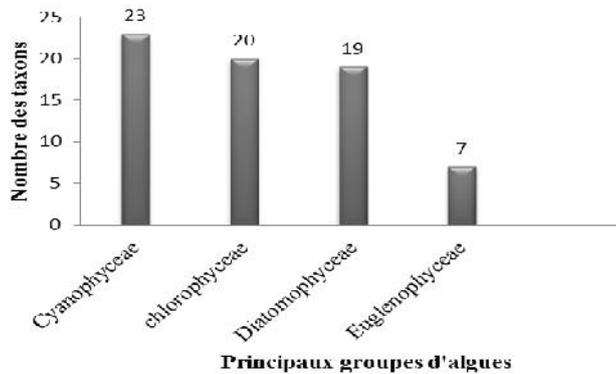


Figure 3 : Répartitions des différentes algues répertoriées à Tamelaht.

L'analyse de cette flore montre que les Cyanobactéries dominent avec 23 espèces représentant un pourcentage de 33,33% de l'ensemble des algues recensées. Les espèces filamenteuses sont les plus diversifiées. Dans cette classe, nous avons identifié des espèces comme *Lyngbya major* et plusieurs *Oscillatoria*. Ces espèces sont reconnues pour être productrices de toxines aux conséquences écologiques redoutables. En effet, ces cyanotoxines sont incriminées dans plusieurs cas d'intoxications humaines et animales. La prédominance de cet embranchement semble être favorisée par la disponibilité des nutriments en particulier les nitrates et phosphates (Chorus & Bartram, 1999 ; Silvano,2005).

Les Cyanophyceae sont suivies par les Chlorophyceae qui comptabilisent 20 espèces différentes soit 28,96%. La classe des Zygophyceae est la mieux représentée. Elle compte 09 espèces (13.04%) appartenant essentiellement aux genres : *Closterium* ; *Cosmarium* ; *Scenedesmus*. Dans cette liste, certaines Chlorophyceae sont citées pour la première fois dans la flore algale des milieux aquatiques de Béjaïa comme : *Bulbochaetae sp*, *Cosmarium subarctum* et *Pandorina morum*.

Les Pyrrophytes sont totalement absentes durant notre période d'étude de même que les Xanthophyceae.

Les Diatomophyceae sont également bien diversifiées et très abondantes dans nos prélèvements. Elles viennent en troisième position avec 19 espèces (27,53%), les Pennatophycidées étant les plus nombreuses. Elles sont

représentées essentiellement par les genres *Fragilaria*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Surirella*.

Ce groupe d'algues est très important écologiquement. Ce sont de bons indicateurs de pollution surtout abondants dans les eaux mélangées, elles sont caractérisées par leur adaptation à des milieux aquatiques alcalins (Descy, 1998).

Les Euglenophyceae quant à elles sont omniprésentes. Nous avons identifié 07 *Euglena* différentes. Ce sont pour la plupart des formes métabolites, difficiles à déterminer, avec précision une fois l'échantillon fixé.

La figure 4 reprend en détails, la répartition des différentes classes systématiques des algues inventoriées dans les eaux de la lagune Tamelaht et sur laquelle on voit clairement la dominance de la classe des Cyanophyceae (Cyanobactéries).

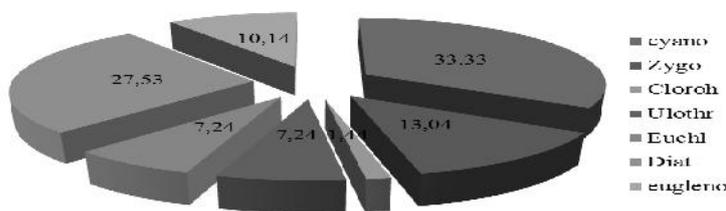


Figure 4 : Différentes classes d'algues recensées à Tamelaht (mars - mai 2012).

Cette lagune Tamelaht a déjà été explorée en 2003 et en 2007. Ces travaux ont abouti à dresser un inventaire systématique de sa flore algale qui s'est révélé assez intéressant en diversité et en abondance.

La première étude (Bacha, 2003), a fourni une liste de 56 taxons répartis en 13 Cyanophyceae, 08 Euglenophyceae, 02 Dinophyceae, 01 Cryptophyceae, 04 xanthophyceae, 15 Diatomophyceae et 13 Chlorophyceae.

La seconde étude (Djouad, 2007), a recensé 76 taxons se répartissant en 38 Cyanophyceae, 08 Euglenophyceae, 01 Dinophyceae ; 01 Xanthophyceae, 12 Diatomophyceae et 16 Chlorophyceae.

On remarque que la composition planctonique est comparable mais la diversité spécifique reste faible. Elle pourrait être attribuée à la fréquence d'échantillonnage plus réduite et/ou à la période de prélèvement (saison) expliquant la rareté de quelques taxons.

Cette présente étude a permis de confirmer l'association des 3 groupes majoritaires ; Cyanophyceae, Chlorophyceae et Diatomophyceae.

Pour les Chlorophyceae, plusieurs formes filamenteuses stériles n'ont pu être identifiées malgré cela, leur effectif est plus important que celui signalé en 2003 et 2007.

Un grand nombre d'Euglenophyceae a été négligé par manque de caractères systématiques essentiels à leur identification et à cause de leur métabolisme. Quant aux autres groupes à savoir les Dinophyceae et les Xanthophyceae, ils sont peu représentés et souvent absents. Leur absence se trouve associée à leurs besoins écologiques comme la température et à la qualité de l'eau de la lagune. Ce qui est certain par contre est l'importance des Cyanobactéries du point de vue qualitatif et quantitatif. Malgré la faible fréquence d'échantillonnage ; nous avons pu identifier 23 espèces différentes durant un seul trimestre (mars et mai 2012). Cette liste pouvait être plus allongée si les nombreuses multiples espèces filamenteuses avaient été déterminées. Sur les planches 1 et 2 sont représentées quelques unes des algues identifiées dans les eaux de la lagune Tamelaht.

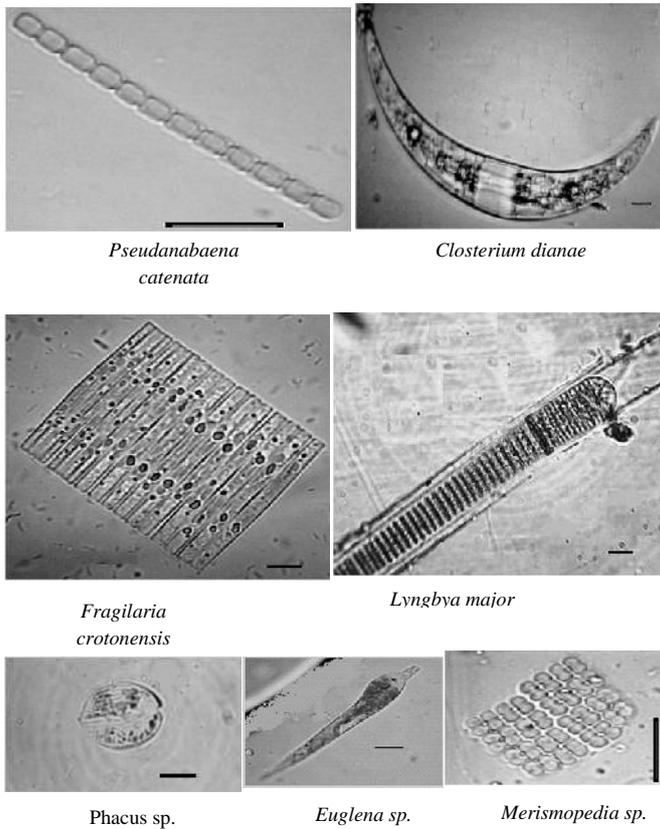


Planche 1 : Algues récoltées dans la lagune Tamelaht (Béjaïa, 2012)
(Le trait d'échelle représente 10µm)

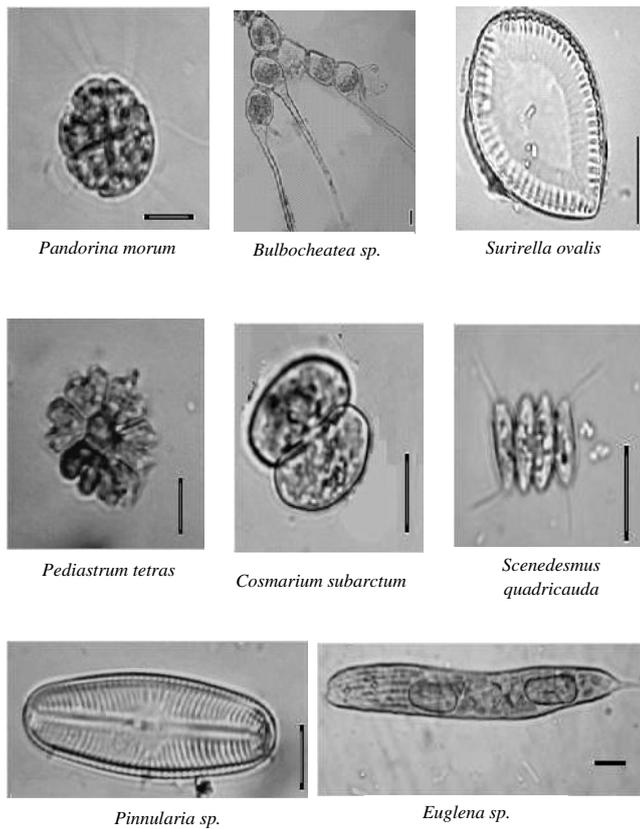


Planche 2: Algues récoltées dans la lagune tamelaht 5Béjaïa, 2012)
(Le trait d'échelle représente 10µm)

Par ailleurs, l'analyse physico-chimique des eaux de cette lagune ont montré des valeurs élevées de nitrites et de phosphates. Ces éléments sont considérés comme indicateurs d'une pollution d'origine anthropique.

Avec l'abondance des Cyanophyceae et des Diatomophyceae, on remarque que les eaux de la lagune Tamelaht contiennent une charge organique importante permettant le développement de ces groupes. L'omniprésence des *Euglena* signale une situation vers l'eutrophisation. Les différents rejets domestiques et industriels augmentent sa charge en nutriments accentuant son déséquilibre. Sur le terrain, nous avons pu constater l'ampleur effrayante de ces rejets (Figure 5).



Figure 5 : Nuisances humaines remarquables sur le site

Vue l'amplitude et la récurrence de ces agressions anthropiques subies par cette lagune et qui favorisent son enrichissement en nutriments et polluants, les Cyanobactéries pourraient proliférer dans un avenir proche. Ces proliférations constituent un danger de santé publique d'autant plus que cette lagune est inscrite dans des projets d'aquaculture futurs. Notons qu'en 2007, 10 espèces sur les 13 Cyanophyceae toxiques inventoriées ont été retrouvées dans les prélèvements provenant de cette lagune. Il s'agit de : *Microcystis wesenbergii* ; *Pleurocapsa sp* ; *Spirulina subsalsa* ; *Anabaena affinis* ; *Nostoc sp.* ; *Raphidiopsis sp.* ; *Lyngbya major* ; *Lyngbya majusculata* ; *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria tenuis*.

CONCLUSION

L'inventaire algal réalisé dans le cadre de ce travail s'est révélé assez riche en espèces malgré la courte période de sa réalisation. Il vient ainsi confirmer l'importance de la lagune Tamejaht en tant que zone humide de Béjaïa et son intérêt écologique.

Cet inventaire est composé de 69 taxons appartenant à 31 genres différents. Ils se répartissent en quatre embranchements : 23 Cyanophyceae (Cyanobactéries) ; 07 Euglenophyceae ; 19 Diatomophyceae et 20 Chlorophyceae.

Les Cyanophyceae (Cyanobactéries) et les Chlorophyceae dominent le reste des groupes algaux. Les Diatomophyceae sont également bien diversifiées et très abondantes dans nos prélèvements.

La composition physico-chimique des eaux montrent leur abondance en sels nutritifs favorisant le développement du plancton, indicateur classique de la trophie. En plus des rejets domestiques et industriels polluants accentuant l'eutrophisation de ce plan d'eau, la présence de Cyanobactéries toxiques est un facteur de risque sanitaire à cause des toxines qu'elles sont capables de produire.

Il est donc urgent de prendre des mesures de protection nécessaires pour préserver cette petite réserve naturelle, rare dans le littoral de Béjaïa,

remarquable par sa biodiversité et une source inestimable pour le développement de la ville.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BACHA M. (2003). Contribution à l'étude de la biodiversité phytoplanctonique dans les zones humides de Béjaïa, Magister en Biologie, Université de Béjaïa.
- BEAUPOIL C., BORNENS P. (1997). Oxygène dissous et toxicité de l'ammoniacque en zones estuariennes : seuil d'acceptabilité, Agence de l'eau Loire-Bretagne.
- BOURRELLY P. (1981). Les algues d'eau douce : initiation à la systématique Tome II, les algues jaunes et brunes, Ed. Boubée et Cie, 511p.
- BOURRELLY P. (1985). Les algues d'eau douce : initiation à la systématique, Tome III, les algues bleues et rouges, Ed. Boubée et Cie, 511p.
- BOURRELLY P. (1988). Les algues d'eau douce : initiation à la systématique, Tome I, Les algues vertes Ed. Boubée et Cie, 511p.
- Benhamiche, N- : « Modélisation de la relation pluie-relief en vue de la cartographie par krigeage : cas du bassin versant de la Soummam. Magister en Science Agronomique. I.N.A. Alger, 1997.
- CHORUS I., BARTRAM J. (1999). Toxic cyanobacteria in water, a guide to public health significance, monitoring and management, Ed. E & FN Spon, London.
- COUTE A. (1990). Les algues, indicateurs de la qualité des eaux continentales. Colloque, Les algues une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives, 9-10, Brest, France.
- DAHMANA A.H. (2003). Caractérisation de la biodiversité dans la ripisylve de l'Oued Soummam : cas de la végétation et des oiseaux, Mémoire de Magister en Biologie, Université de Béjaïa, 102 p.
- DESCY J.P. (1998). Ecologie des eaux continentales : Les végétaux aquatiques.
- DJOUAD S. (2007). Contribution à l'étude de la diversité algale notamment les cyanobactéries dans trois plans d'eau de la région de Béjaïa, Magister en écologie et environnement, Université de Béjaïa.
- LACROIX G. (1991). Lacs et rivières, milieux vivants, Écoguides Bordas, Paris.
- RODIER J. (1996). L'analyse de l'eau, 8^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris.
- SILVANO J. (2005). Toxicité des cyanobactéries d'eau douce vis-à-vis des animaux domestiques et sauvages, Thèse de doctorat, Ecole nationale vétérinaire de Lyon, N°34.
- UCD, Unité de Conservation et de Développement de la flore et de la faune de Béjaïa. (2007). Inventaire Faunistique et Floristique de Tamelaht, Rapport interne, Béjaïa.