

---

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE D'ABDERRAHMANE MIRA, BEJAIA.**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DES ORGANISMES ET DES POPULATIONS**

# Mémoire

**En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Ecologie et Environnement**  
**Option : Biologie de la Conservation et d'Eco-développement.**

Présenté par :  
**M<sup>elle</sup> DJOUAD SALIMA**

**Contribution à l'étude de la diversité algale  
notamment les cyanobactéries dans trois  
plans d'eau de la région de Béjaia**

Devant le jury composé de :

**Président** : Mr BENALLAOUA S, Professeur à l'université de Béjaia.

**Examineurs** : Mr SIDI H, Maître de conférences, Université de Béjaia.  
Mr MOULAI R, Maître de conférences, Université de Béjaia.

**Promoteur** : Mme ZEBBOUDJ A, Maître de conférence, Université de Béjaia

**Promotion 2007**

---

## Avant-Propos

Tout d'abord, je remercie DIEU tout puissant, de m'avoir donné la force et la patience de pouvoir mener ce travail à terme.

Ce travail a été effectué au laboratoire d'hydrobiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université D'ABDERRAHMANE Mira de Béjaia, sous la direction de Madame ZEBBOUDJ A. Maître de conférence à l'université de Béjaia. Je tiens à la remercier de m'avoir guidée durant cette année pratique et pour ses judicieux conseils, son aide, ses critiques constructives, ses commentaires éclairés dans la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à remercier Mr BENALLAOUA S. professeur à l'université de Béjaia qui m'a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Je remercie Mr MOULAI R. et Mr SIDI H. Maîtres de conférences à l'université de Béjaia d'avoir accepté d'examiner le manuscrit et pour leurs encouragements. Qu'ils sachent que je suis très honoré par leurs présences au jury de soutenance.

J'aimerais également citer ici les personnes dont la collaboration a été essentielle pour plusieurs aspects de ce travail.

En premier lieu, ma gratitude va à Mr ADJAOUUD A, enseignant à l'université de Béjaia, de m'avoir orienté vers ce thème et d'avoir mis à ma disposition sa riche bibliographie.

J'exprime mes profonds remerciements et ma vive reconnaissance également à :

- ✓ Mr BOUADAM S. de m'avoir réservé une place dans son laboratoire et d'avoir mis à ma disposition tout son matériel.
- ✓ Mme MAUCHE N. et le Pr. LOUEILECHE H. de m'avoir constamment conseillé et aidé à réaliser certaines de mes analyses.
- ✓ Le Pr. MOALI A. de m'avoir gentiment prêté le matériel de terrain ainsi que de m'avoir permis de travailler dans son laboratoire pendant la période d'été.
- ✓ Mr BENALLAOUA Zahir ingénieur et responsable du parc de MEZAIA et Mr AMARA Sadek ingénieur à l'UCD de m'avoir accompagné durant mes sorties sur terrain et de m'avoir souvent et constamment porté aides et conseils.
- ✓ Mr Mahmoudi A directeur du parc national de Gouraya, pour son autorisation d'accéder au lac Mézaia afin de réaliser mes prélèvements.
- ✓ Mr BEKDOUCHE F, pour son aide précieuse, ces conseils en statistique et pour ses encouragements.

- ✓ Mr SAOU A. et Mr HAMCHAOUI S. enseignants au département d'hydraulique de m'avoir aidé à interpréter mes résultats physico-chimiques.
- ✓ Mr ARKOUB A. maître de conférence au département de chimie pour m'avoir prêter l'appareil de filtration.
- ✓ Mr TAMAZOUZT N. cartographe de m'avoir envoyé les cartes topographiques des sites d'études.
- ✓ Mr GADOUCHE B. d'avoir mis à ma disposition son matériel informatique et à qui revient la rédaction de ce manuscrit, qu'il soit ici vivement remercié pour son aide et sa gentillesse.
- ✓ Mrs BACHIR S, BELKHANOUCHE N et BACHA M, enseignants à l'université de Béjaia qui m'ont toujours prodigué conseils et encouragements.

Je tiens également à remercier très sincèrement tous mes ami (es), il m'est impossible de les citer tous ici mais merci tout particulièrement à : Arezki Chabbour, Bobker Hamitouche, Yazid Abderrahim, karim Belaidi, Nadjim Touati, Garmane, Aziz Bouguehame, Mbarek Bouchibane, Karima Djouad, Boulaine Chafika, Amina Rahmani, salima Tighedet, Razika Aitout, Saida Bellil, Souad Mansouri, Hassina Mouhoubi, Karima Hassissen., Kebbi Melaaz, Oudihat Karima et Lazib Moukhtar (promo écologie 2007) et enfin sans oublier bien sûr ma très chère amie et voisine Naima Touati qui était toujours à mes côtés, à me porter aides et conseils et à me remonter le moral quand il est tout bas. Leur amitié a été le meilleur des réconforts et exutoire lorsque la fatigue et la lassitude rendaient toujours plus improbable ma soutenance. Merci à vous tous !

Mes remerciements s'adressent aussi à ceux que j'ai eu le plaisir de côtoyer durant ces quelques années à la fac.

Je ne peux faire des remerciements les plus vifs aux personnes qui m'ont apportée beaucoup au cours de ce mémoire sans nommer Mr CHABANE M (Aàmi elhadj) et AZOUGUI S pour leurs prières incessantes pour moi.

Je n'aurai pas pu mener ce travail jusqu'au bout sans le soutien de ceux qui me sont proches et très chers. J'adresse donc mes derniers (et forcément les meilleurs) remerciements à ma famille pour son irremplaçable et inconditionnel soutien. A toutes et à tous, un grand merci ! Ce mémoire est un peu le leur, aussi.

## *Dédicaces*

A la mémoire de ma très chère tante Baya et mes grands parents.

A mes chers parents

A ma grand-mère

A mes frères et sœurs

A mes Cousins et cousines

A mes oncles et tantes

A tous ceux qui en feront bon usage.

Avant propos	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>01</b>
<b>I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	<b>02</b>
<b>I.1. Généralités</b>	<b>02</b>
<b>I.2. Systématique des algues</b>	<b>03</b>
I.2.1. Les Cyanophyta	03
I.2.2. Les Chlorophyta	03
I.2.3. Les Euglenophyta	04
I.2.4. Les Chromophyta	04
I.2.5. Les Pyrophytes	04
I.2.6. Les Rhodophytes	04
<b>I.3. Facteurs favorisant le développement algal</b>	<b>04</b>
<b>I.4. Action des algues sur le milieu</b>	<b>05</b>
I.4.1. Oxygénation	06
I.4.2. Epuration	06
I.4.3. Autres effets	06
<b>I.5. Utilisation des algues</b>	<b>07</b>
I.5.1. Alimentation humaine et animale	07
I.5.2. Alimentation d'animaux	07
I.5.3. Utilisations industrielles	07
I.5.4. Fertilisants	08
I.5.5. Autres utilisations	08
<b>I.6. Les cyanophyceae</b>	<b>09</b>
I.6.1. Diversité morphologique	10
I.6.2. Facteurs spécifiques aux développements des Cyanophyceae	11
I.6.3. Les cyanobactéries toxiques	12
I.6.4. Effets indésirables des proliférations de cyanobactéries	15
<b>II. SITES D'ÉTUDE</b>	<b>16</b>
<b>II.1 Description des milieux</b>	<b>16</b>
II.1.1. La lagune Tamelah	16
II.1.1.1. Présentation	16

II.1.1.2. Faune et flore-----	17
II.1.1.3. Nuisances affectées au site-----	17
<b>II.1.2. Le lac Mézaia-----</b>	<b>18</b>
II.1.1.1. Présentation-----	18
II.1.1.2. Faune et flore-----	21
II.1.1.3. Nuisances affectées au site-----	21
<b>II.1.3. L'Embouchure de l'Oued Soumman-----</b>	<b>21</b>
II.1.1.1. Présentation-----	21
II.1.1.2. Faune et flore-----	22
II.1.1.3. Nuisances affectées au site-----	22
<b>II.2. Le climat-----</b>	<b>23</b>
II.2.1. Introduction-----	23
II.2.2. Les températures-----	23
II.2.3. Les précipitations-----	24
II.2.4. Les synthèses climatiques-----	25
II.2.4.1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS-----	25
II.2.4.2.Climagramme d'Emberger-----	25
II.2.5. Variation de quelques paramètres climatiques au cours de la période d'étude-----	27
<b>III. METHODOLOGIE-----</b>	<b>28</b>
<b>III.1. Suivi en milieu naturel des communautés algales-----</b>	<b>28</b>
III.1.2. Echantillonnage-----	28
III.1.2.1. Périodicité d'échantillonnage-----	28
III.1.2.2. Stations et points de prélèvements-----	29
III.1.2.3. Prélèvements-----	30
III.1.3. Mesure des paramètres physico-chimiques in situ-----	31
<b>III.2. Expérimentation au laboratoire-----</b>	<b>32</b>
III.2.1. Mesures des paramètres Physico-chimiques-----	32
III.2.1.1. La détermination des matières en suspension-----	32
III.2.1.2. Le dosage des nitrates et phosphates-----	32
III.2.1.3. Le dosage de la chlorophylle « a »-----	33
III.2.2. Analyses qualitatives-----	34
III.2.2.1. Identification des espèces-----	34
III.2.2.2. Diversité globale-----	35

III.2.3. Etude semi quantitative -----	36
III.2.3.1. Chlorophylle « a » indicateur de biomasse et d'eutrophisation-----	36
III.2.3.2. Oxygène dissous et l'eutrophisation-----	37
<b>IV. RESULTATS</b> -----	<b>38</b>
<b>IV.1. Evolution des paramètres physicochimiques des plans d'eau étudiés au</b>	
<b>cours du temps</b> -----	<b>38</b>
IV.1.1. La lagune Tamejaht-----	38
IV.1.2. Lac Mézaia-----	45
IV.1.3. L'Embouchure de l'Oued Soummam-----	51
<b>IV.2. Inventaire taxinomique des communautés algales</b> -----	<b>57</b>
<b>IV.3. Analyse taxinomique des communautés algales</b> -----	<b>98</b>
IV.3.1. La lagune Tamejaht-----	101
IV.3.2. Lac Mézaia-----	102
IV.3.3. L'Embouchure de l'Oued Soummam-----	104
<b>IV.4. Composition taxinomique des algues bleues (cyanophyceae)</b> -----	<b>106</b>
<b>IV.5. Fréquence des Cyanophyceae toxiques</b> -----	<b>108</b>
<b>V. DISCUSSIONS</b> -----	<b>111</b>
V.1. Paramètres physico-chimiques -----	111
V.2. Analyse des populations algales -----	114
V.3. Analyse floristique et hétérogénéité spatiale des communautés algales -----	116
V.4. Les Cyanophyceae toxiques -----	119
<b>CONCLUSION</b> -----	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	

## Liste des figures

- Fig.1 :** Morphologie des cyanobactéries potentiellement toxiques les plus fréquemment rencontrées (Chorus et Bartram, 1999)----- 14
- Fig.2 :** Carte géographique de Bejaia\_NJ\_31\_VI\_31\_Ouest avec localisation de la lagune Tamehta et de l'embouchure de l'oued Soummam (I.N.C., 1985) ; Echelle 1/250000----- 17
- Fig.3 :** Situation géographique du lac Mézaia (I.N.C., 1993b) ; Echelle 1/7.500----- 18
- Fig.4 :** Photo du lac Mézaia en 1950 (PNG, 2006)----- 19
- Fig.5 :** Vue générale du lac Mézaia (2007) ----- 19
- Fig.6 :** Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS de la région de Béjaia (Période de 1970 à 2007) ----- 24
- Fig.7 :** Situation bioclimatique de la région de Bejaia sur le climagramme d'EMBERGER modifié par (Stewart (1969) cité par Leutreuche-Belarouci, 1991) ----- 26
- Fig.8 :** Evolution de quelques paramètres météorologiques au cours de la période d'étude (mai-octobre, 2007) : A (Evaporation et Pluies) ; B (températures de l'air) ; C (Insolation) ; D (humidité relative de l'air)----- 27
- Fig.9 :** Carte de localisation des points de prélèvements (T1, T2, T3, T4 et T5) au niveau de la lagune Tamehta, (I.N.C., 1993) ; Echelle 1/7500 ----- 29
- Fig.10 :** Photo de localisation des points de prélèvements (M1, M2, M3, M4 et M5) au niveau du lac Mézaia----- 29
- Fig.11 :** Localisation des points de prélèvements (S1, S2, S3, S4 et S5) au niveau de l'embouchure de l'oued Soummam (échelle : 1/200).source :www.Google earth.com ----- 30
- Fig.12 :** Filets à plancton ----- 31
- Fig.13 :** Evolution des températures moyennes de l'air et de l'eau de la lagune Tamehta entre la période mai-octobre, 2007 ----- 40
- Fig.14 :** Evolution des teneurs moyennes des matières en suspension des eaux de la lagune Tamehta entre la période mai-octobre, 2007 ----- 41
- Fig.15 :** Evolution des Nitrates et Orthophosphates des eaux de la lagune Tamehta entre la période mai-octobre, 2007----- 42
- Fig.16 :** Evolution des teneurs moyennes en Oxygène dissous des eaux de la lagune Tamehta entre la période mai-octobre, 2007 ----- 43

<b>Fig.17 :</b> Evolution des salinités et des conductivités moyennes des eaux de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007 -----	44
<b>Fig.18 :</b> Evolution du pH moyen des eaux de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007 -----	44
<b>Fig.19 :</b> Evolution des teneurs moyennes de la Chlorophylle « a » dans les eaux de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007-----	45
<b>Fig.20 :</b> Evolution des températures moyennes de l'air et de l'eau du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007 -----	46
<b>Fig.21 :</b> Evolution des teneurs moyennes des matières en suspension des eaux du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007-----	47
<b>Fig.22 :</b> Evolution des teneurs moyennes des Nitrates et des Orthophosphates des eaux du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007 -----	48
<b>Fig.23 :</b> Evolution de l'oxygène dissous des eaux du lac Mézaia entre la période d'étude juin-octobre, 2007 -----	49
<b>Fig.24 :</b> Evolution des salinités et des conductivités moyennes des eaux de surface du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007 -----	50
<b>Fig.25 :</b> Evolution du pH moyen des eaux de surface du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007 -----	50
<b>Fig.26 :</b> Evolution des teneurs moyennes de la Chlorophylle « a » dans les eaux du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007-----	51
<b>Fig.27 :</b> Evolution des températures moyennes de l'air et de l'eau de l'embouchure de l'Oued Soummam au cours entre la période juin-octobre, 2007 -----	52
<b>Fig.28 :</b> Evolution des teneurs en matières en suspension (MES) des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007 -----	53
<b>Fig.29 :</b> Evolution des teneurs moyennes en Nitrates et Orthophosphates des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période mai-octobre, 2007-----	54
<b>Fig.30 :</b> Evolution des teneurs moyennes en oxygène dissous des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007 -----	54
<b>Fig.31 :</b> Evolution des teneurs moyennes des salinités et des conductivités des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007 -----	55
<b>Fig.32 :</b> Evolution du potentiel hydrogène des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007-----	56

<b>Fig.33</b> : Evolution des teneurs moyennes en Chlorophylle « a » dans les eaux de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007 -----	57
<b>Fig.34</b> : Répartition des différents embranchements d'algues dans l'ensemble des récoltes des trois sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia et l'embouchure de l'oued Soummam) au cours de la période mai-octobre, 2007 -----	100
<b>Fig. 35</b> : Répartition des différents Embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes des trois sites prospectés (lagune Tamelaht, Lac Mézaia et l'embouchure de l'oued Soummam) au cours de la période mai-octobre, 2007 -----	100
<b>Fig.36</b> : Répartition des différents Embranchements d'algues dans l'ensemble des récoltes de la Lagune Tamelaht au cours de la période mai-octobre, 2007 -----	102
<b>Fig. 37:</b> Répartition des différents embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes de la lagune Tamelaht au cours de la période mai-octobre, 2007 -----	102
<b>Fig.38</b> : Répartition des différents embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes du lac Mézaia au cours de la période juin-octobre, 2007 -----	104
<b>Fig.39</b> : Répartition des différents embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007 -----	104
<b>Fig.40</b> : Répartition des différents embranchements d'algues dans les récoltes de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007 -----	105
<b>Fig.41</b> : Répartition des différents embranchements d'algues en classe dans les récoltes de l'embouchure de l'oued Soummam au cours de la période juin-octobre, 2007 -----	106
<b>Fig.42</b> : Répartition en nombre des différents classes d'algues bleues (Schizophyta) dans l'ensemble des récoltes des trois sites prospectés (lagune Tamelaht, lac Mézaia et l'embouchure de l'oued Soummam) au cours de la période mai-octobre,2007 -----	106
<b>Fig. 43:</b> Répartition en famille des Cyanophyceae dans la lagune Tamelaht -----	108
<b>Fig. 44</b> : Répartition en famille des Cyanophyceae inventoriées dans le lac Mézaia-----	108
<b>Fig. 45:</b> Répartition en famille des Cyanophyceae dans l'embouchure de l'oued Soummam ---	108
<b>Fig. 46</b> : Distribution des Cyanophyceae (Schizophyta) toxiques et non toxiques inventoriés au niveau des trois stations (Lagune Tamelaht, lac Mézaia et l'embouchure de l'oued Soummam)-----	110

## Liste des Tableaux

<b>Tableau I:</b> Correspondance entre la classification botanique et la classification bactériologique des cyanobactéries (AFSSA et AFSSET, 2006)-----	10
<b>Tableau II:</b> Les principaux types de toxines élaborées par les cyanobactéries -----	12
<b>Tableau III:</b> Espèces de cyanobactéries toxiques selon Frémy et Lassurs (2001) et AFSSA et AFSSET (2006) -----	13
<b>Tableau IV :</b> Températures moyennes mensuelles dans la région de Bejaia (période1970/2007). Source : station météorologique sise à l'aéroport de Bejaia -----	23
<b>Tableau V :</b> Les précipitations (P) moyennes mensuelles de la région de Bejaia (1970/2007). Source : station météorologique sise à l'aéroport de Bejaia-----	23
<b>Tableau VI :</b> Données de quelques paramètres climatiques au cours de la période d'étude (source : Station météorologique de Béjaia.) -----	27
<b>Tableau VII :</b> Répartition des stations d'études en fonction des périodes de récolte -----	28
<b>Tableau VIII :</b> Récapitulatif des résultats des paramètres physico-chimiques des eaux de surface des trois plans d'eau durant la période d'étude (Miai-octobre, 2007) -----	39
<b>Tableau IX :</b> Liste comparative des différentes algues répertoriées dans les trois sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia et l'Embouchure de l'Oued Soummam) au cours de la période (mai-octobre, 2007) -----	96
<b>Tableau X :</b> Liste des espèces de cyanobactéries potentiellement toxiques (selon AFSSA et AFSSET, 2006) identifiées au niveau des trois stations au cours de la période d'étude (mai-octobre, 2007) réparties par famille -----	109
<b>Tableau XI :</b> Tableau comparatif des analyses floristiques de 2003 et 2007-----	117

---

***Contribution à l'étude de la diversité algale notamment les cyanobactéries dans trois plans d'eau de la région de Béjaia.***

**Résumé**

L'étude de la diversité des algues notamment les cyanobactéries de trois milieux aquatiques urbains et périurbains de la région de Béjaia, wilaya située à L'Est d'Alger, a été réalisée durant un cycle semestriel allant de mai à octobre de l'année 2007. Au total, quatre vingt dix échantillons d'algues planctoniques et périphytiques ont été récoltés au cours de cette période, à rythme d'une récolte tout les 21 jours. Les milieux étudiés ont été choisis pour leur richesse floristique ainsi que pour leur importance écologique. Il s'agit de la lagune Tamehlaht à eau salée, le lac Mézaia à eau douce et l'embouchure de l'oued Soummam à eau saumâtre. Les récoltes d'algues, les prélèvements d'eau destinés aux différentes analyses chimiques ainsi que les mesures des paramètres physico-chimiques sur le terrain ont été effectués en sub-surface pour chaque plan d'eau étudié. Les analyses physico-chimiques ont révélé une hétérogénéité spatiale et temporelle des caractéristiques des trois biotopes.

Les récoltes d'algues analysées microscopiquement se sont révélées par une richesse floristique qualitativement et quantitativement fort importante. En effet, la flore algale des trois milieux étudiés est constitué par 68 genres comprenant 161 taxons (diatomophyceae incluse), se répartissant entre 85 Schizophyta (Cyanophyceae), 09 Euglenophyta, 02 Pyrrophyta, 16 Chromophyta et 49 Chlorophyta. Parmi ces taxons, soixante neuf sont des nouveautés pour la région de Béjaia. Pour chaque taxon étudié, sont fournies les dimensions du thalle et des structures cellulaires, la distribution géographique, l'apparition dans les milieux de récoltes et des photos.

Les biotopes étudiés sont floristiquement riches en espèces et très hétérogènes. Cette richesse floristique se caractérise par 76 taxons pour la lagune Tamehlaht, 119 pour le lac Mézaia et 54 pour l'embouchure de l'oued Soummam. Les schizophytes prédominent en nombre de taxons avec la famille des Oscillatoriaceae. Cependant, l'analyse de ce groupe a révélé la présence de 13 espèces à potentiel toxique dans les trois milieux dont 10 présentes à la lagune Tamehlaht, 12 dans le lac Mézaia et 4 au niveau de l'embouchure de l'oued Soummam : *Microcystis Flos-aquae*, *Microcystis wesenbergii*, *Pleurocapsa sp*, *Spirulina subsalsa*, *Synechocystis aquatili*, *Anabaena affinis*, *Nostoc sp*, *Raphidiopsis sp*, *Lyngbia major*, *Lyngbia majusculata*, *Oscillatoria formosa*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria tenuis*.

L'étude semi-quantitative des algues a permis d'évaluer l'état trophique des différents plans d'eau étudiés ainsi que leur niveau d'eutrophisation à travers les critères de chlorophylle « a » et d'oxygène dissous.

**Mots clés :** Algues, Cyanobactéries, Taxinomie, Eaux douces, Diversité floristique, Milieu aquatique.

---

# Introduction

La qualité des eaux de surface est un enjeu majeur pour l'avenir de notre planète. Les zones humides, ont fait l'objet de nombreux travaux suite à leur assèchement et à leurs dégradations. Elles deviennent de plus en plus menacées malgré qu'elles présentent naturellement une diversité importante de biotopes allant des milieux lenticules aux milieux lacustres, lagunaires et saumâtres. Elles possèdent un cortège floristique et faunistique qui méritent d'être protégé et conservé. (Bontoux ,1983).

L'activité humaine dans les pays industrialisés entraîne depuis plusieurs années le rejet de phosphore et d'azote dans l'environnement : on assiste alors aux phénomènes l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques et à la prolifération d'algues (Lemmée, 1978 ; IFREMER, 2001 ; Jeremy, 2005 ; AFSSA, 2006).

Les milieux aquatiques touchés par ces phénomènes rencontrent de nombreuses difficultés liées à l'appréciation des déséquilibres induits. Parmi celles-ci figure l'évaluation de l'intensité des phénomènes, ainsi pour faire face à ce problème,un inventaire des principaux groupes d'algues concernés, considérés comme des « espèces à risque de prolifération » doit être dressé après examen de divers constats recensés sur le terrain.

Ce sont notamment des algues et des cyanobactéries en particulier (Chorrus et Bartram, 1999 ; Carmachael et *al.*, 2001). Leurs potentialités importantes de développement et de propagation s'expliquent par leurs stratégies biologiques (Bourrelly, 1966 et 1971 ; De Reviers, 2003). Les milieux propices aux proliférations présentent des conditions environnementales particulières. La présence de ces deux composantes (espèce à risque et milieu propice), crée ainsi les conditions d'une prolifération et définit des situations à risque minimal ou maximal. Ces connaissances concourent à une meilleure définition des situations de risque de prolifération et peuvent fournir des informations utiles quant aux conditions et aux limites de la gestion des milieux aquatiques en générale.

Le but de ce travail est de rassembler nos connaissances actuelles sur les algues en général et les cyanobactéries en particulier, systématiques, leur écologie. Nous étudierons certains paramètres physico-chimiques de leurs environnements.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

**I.1. Généralités**

Les algues sont des organismes chlorophylliens se développant dans l'eau ou dans des milieux très humides. Bien que surtout abondantes dans les eaux des mers, des lacs, des mares, des eaux courantes et des eaux thermales, on en trouve également sur les rochers humides et sur la terre (**Bourelly, 1966**). Exceptionnellement, elles peuvent être endophytes de tissus animaux ou végétaux. Les algues constituent en réalité un vaste ensemble hétérogène d'embranchements très distincts les uns des autres et n'ayant entre eux que peu de caractères communs (**Feldmann, 1963**) in **Iltis (1980)**.

La dénomination d'algues forme un ensemble d'organismes très divers, de structure et de taille variées. Certaines algues unicellulaires ne dépassent pas 2 à 3  $\mu\text{m}$  de diamètre alors que d'autres, de structure plus complexe comme les laminariales du genre *Macrocystis*, peuvent atteindre et même dépasser 30-50 m de long. La distinction entre les divers embranchements d'algues repose sur des caractères de nature très diverse, d'ordre cytologique et biochimique ainsi que sur des différences de structure et de mode de reproduction (**Bourelly, 1966 ; Feldmann, 1978 ; Iltis, 1980**).

Les algues d'eau douce comprennent un peu plus de 1100 genres et environ 14000 espèces répartis dans le monde. Ce sont des organismes très cosmopolites et la plus grande partie des espèces existantes à une distribution géographique très étendue (**Iltis, 1980**). L'ensemble des organismes végétaux généralement microscopiques vivant librement en pleine eau, constitue le phytoplancton. Plusieurs auteurs (**Altisan, 2006**) classent les algues phytoplanctoniques dans une nouvelle échelle se basant sur la taille en :

- Picophytoplancton ( $<2\mu\text{m}$ ) ;
- Nanoplancton (2 à  $20\mu\text{m}$ ) ;
- Microphytoplancton ( $>20\mu\text{m}$ ).
- Mésoplancton (100 à  $200\mu\text{m}$ ) (**Iltis, 1980**).

En dehors de nombreuses formes unicellulaires, on trouve des algues pluricellulaires formant des thalles.

**I.2. Systématique des algues**

Les algues regroupent deux catégories bien marquées d'organismes en se fondant sur des caractères cytologiques, à savoir la présence ou l'absence de membrane nucléaire. Les individus qui en sont munis sont appelés eucaryotes ou algues vraies, ceux qui en sont dépourvus sont dites procaryotes ou cyanobactéries. (**Bourrelly, 1966 ; Gayral, 1975 ; Iltis, 1980**).

Actuellement, il est difficile d'établir une classification pour les algues car la systématique est en pleine évolution et sous révision constante à tous les niveaux et chaque jour de nouvelles preuves basées sur la génétique et l'ultrastructure mettent de nouvelles classifications (**De Reviere, 2003 ; Barsanti et Gualtieri, 2005**). Cependant, la systématique établie par **Bourrelly (1966)** reste la plus simple et très applicable, elle est basée sur la coloration des pigments, la nature des réserves cellulaires et le type de reproduction. Cette classification regroupe les algues en six embranchements distincts qui sont :

**I.2.1. Les Cyanophyta**

Dénommées aussi algues bleues, Schizophyta ou Myxophytes, *et* se distinguent des autres embranchements car ils regroupent les microorganismes procaryotes (sans membrane nucléaire définie ni un vrai noyau). Elles possèdent de la chlorophylle « a » et des pigments bleus et rouges (*phycocyanine et phycoérythrine*). Ces pigments ne sont pas portés par des plastes mais sont diffus dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène. Leurs réserves sont constituées par un polysaccharide voisin du glycogène (**Bourrelly, 1966**), la cyanophycine, des gouttelettes lipidiques ainsi que de polyphosphates (**De Reviere, 2003**). La multiplication s'effectue par division cellulaire et par fragmentation chez les filamenteux. Cet embranchement est représenté par une seule classe, *Cyanophyceae*.

**I.2.2. Les Chlorophyta**

Sont des algues eucaryotes à noyau bien individualisé, elles possèdent des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b, et des pigments accessoires. Leurs réserves sont toujours constituées par de l'amidon, localisé dans l'appareil photosynthétique (**Bourrelly, 1966 ; Iltis, 1980 ; De Reviere, 2003**). Elles sont représentées par quatre classes « *Chlorophyceae ; Ulotrichophyceae ; Zygothryxaceae ; Charophyceae* ».

**I.2.3. Les Euglenophyta**

Algues unicellulaires et flagellées, le plus souvent mobiles, avec des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b, les réserves sont constituées de grains de paramylon « polysaccharide très différent de l'amidon ». Des gouttelettes lipidiques constituent des réserves supplémentaires (**Bourrelly, 1966 ; Iltis, 1980**). Ce sont des micro-organismes dulçaquicoles (en particulier dans des milieux riches en matières organiques) marins ou d'eaux saumâtres ; elles peuvent aussi se rencontrer dans les sols humide ou les vases. La multiplication s'effectue par division cellulaire (**De Reviere, 2003**). La classe des *Euglenophyceae* est unique pour cet embranchement.

**I.2.4. Les Chromophyta**

Algues caractérisées par des chromatophores bruns, jaunes ou vert-jaunâtre. Elles ne possèdent jamais d'amidon et ne se colorent pas au contact de l'iode. Il existe de nombreuses formes flagellées. Cet embranchement se divise en cinq classes ; les *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Diatomophyceae*, *Phéophyceae* et *Raphidophyceae* (**Bourrelly, 1966**).

**I.2.5. Les Pyrrophyta**

Algues avec des plastes bruns, plus rarement rouges ou bleu-vert contenant des chlorophylles a et c. Les formes unicellulaires biflagellées sont très nombreuses. Les réserves sont constituées par de l'amidon extraplastidial (**Bourrelly, 1966**), de chrysolaminarine ou de laminarine toujours dans le cytoplasme (**De Reviere, 2003**). On distingue deux classes, les *Cryptophyceae* et les *Dinophyceae* ou Peridiniens.

**I.2.6. Les Rhodophyta**

Algues essentiellement marines, leurs pigments sont constitués par des chlorophylles a et d. Les réserves sont constituées par de l'amidon floridéen proche du glycogène. Elles sont représentées par deux classes : *Bangiophyceae* et *Floridophyceae*. (**Bourrelly, 1966**).

**I.3. Facteurs favorisant le développement algal**

La demande exercée par les organismes est en fonction de la composition de leurs tissus vivants. Les algues élaborent leur propre substance à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et du CO<sub>2</sub>, c'est le principe de la photosynthèse. Ainsi leur croissance se

trouve limitée à la présence de l'eau, de la lumière et du CO<sub>2</sub> (Bourrelly, 1966 ; Gayral, 1975 ; Iltis, 1980).

Parmi les formes minérales de l'azote (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), c'est l'ammoniac qui est utilisé préférentiellement par de nombreuses algues, les nitrate et les nitrite devant être réduits avant leur assimilation (Dabbadie, 1992). L'ammoniac et les nitrates sont susceptibles de provoquer les mêmes vitesses de croissance, tandis que les nitrites ont un effet toxique à faible concentration (Ngansoumana, 2006). Selon Descy (1989), certaines espèces d'algues telles que les Euglenophyta préfèrent les milieux riches en matières organiques en particulier l'azote. Des expériences réalisées au laboratoire par Patrick *et al* (1969) ont montré que les Chlorophyceae et les Cyanophyceae sont beaucoup plus favorisées par la présence d'un taux de manganèse inférieur à une unité par billion alors que sa concentration de 0,02 à 0,043 mg/l favorise le développement des diatomées.

D'après Dufour et Berland (1999) cités par Ngansoumana (2006), l'azote peut être un facteur limitant dans le développement des algues phytoplanctoniques. Le même auteur cite que, la composition intracellulaire des algues en culture se traduit par des concentrations en azote 16 fois plus élevées qu'en phosphore.

Autres les éléments nutritifs, le pouvoir hydrogène acide permet une croissance importante des Chlorophyteae alors que l'alcalinité celles des diatomées. (Iltis, 1973).

La biodisponibilité des éléments nutritifs présents dans l'eau, l'intensité de la prédation exerce un effet sur le développement algal. En effet, certaines espèces telles que les Cyanophyceae, ont moins de prédateurs que le reste des groupe d'algues à cause de leur effet toxique (Chorus et Bartram, 1999 ; Ernst *et al*, 2005) et donc ont plus de chance de croître quant les conditions sont favorable à leurs croissance (Ngansoumana, 2006).

#### **I.4. Action des algues sur le milieu**

Les algues phytoplanctoniques ont une influence directe sur les conditions physico-chimiques du milieu aquatiques.

**I.4.1. Oxygénation**

La présence de l'oxygène dans l'eau résulte d'une diffusion à partir de l'air au niveau de la surface et surtout de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, notamment des algues du phytoplanctons (**Sanchez, 1992 ; Gaujous, 1995**).

Ainsi, dans un milieu contenant beaucoup d'algues productrices d'oxygène par photosynthèse et peu de consommateurs (bactéries, zooplanctons, poissons), la teneur en oxygène dissous du milieu va beaucoup varier au cours de la journée : minimale le matin, elle peut atteindre, voire dépasser largement 100% de saturation dans la journée (**Dabbadie, 1992**).

**I.4.2. Epuration**

En se développant et en prélevant des éléments nutritifs dans le milieu, les algues contribuent à épurer les eaux. Il est donc possible d'utiliser ces végétaux pour dépolluer des eaux usées. C'est le principe du lagunage (**Dabbadie, 1992 ; De Pauw et Salomoni, 1990**).

Le traitement des effluents piscicoles avant leur rejet dans le milieu extérieur peut être un bon moyen de limiter l'impact de l'aquaculture sur l'environnement. Beaucoup d'auteurs ont montré que l'eau usée favorise le développement de la biomasse algale. Ainsi, certains auteurs utilisent la capacité d'absorption et d'assimilation des algues pour réduire la quantité de nutriments (azote et phosphore inorganique dissous) des effluents de stations piscicoles (**Pagand, 1999**).

D'un point de vue économique, l'effluent peut être utilisé comme source de nutriments pour la production d'algues valorisables. Dans ce cas, la production algale est l'objectif principal et le traitement de l'eau usée joue un rôle subordonné. En effet les cultures intégrées de laminaires ou de Gracilaires avec des élevages de saumons contribuent à la réduction des rejets dans le milieu naturel (**Pagand, 1999**).

**I.4.3. Autres effets**

D'autres effets peuvent être induits par des algues et les cyanobactéries. En effet, **Barberousse (2006)** cite l'effet de esthétique et mécanique induits par ces microorganismes

qui se traduit par des salissures du revêtement de façade, de teintes caractéristiques verdâtres, rougeâtres ou noirâtres selon la composition du biofilm.

**Perrechet (1991)** cité par **Barberousse (2006)** indique que les algues et les cyanobactéries sont capables de sécréter d'acides organiques concomitantes au métabolisme susceptibles de dissoudre le carbonate de calcium des pierres calcaires, bétons et mortiers.

## **I.5. Utilisation des algues**

### **I.5.1. Alimentation humaine et animale**

Pour des raisons essentiellement alimentaires que la culture des microalgues a eu un important développement à l'issue de la deuxième guerre mondiale. Les microalgues semblaient en effet prometteuses, du fait de leur composition et notamment de leur richesse en vitamines (**Dabbadie, 1992**). L'utilisation des microalgues tel que *Spirulina* pour l'alimentation humaines est pratiquée au Mexique et au Tchad depuis fort longtemps (**De la Noüe et Proulx, 1991**) et continue à l'être de nos jours (**Ballot et al., 2005 ; Barsanti et Gualtieri, 2005**).

En outre, leur déficience en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) implique une supplémentation de l'alimentation (**De la Noüe et Proulx, 1990**). Actuellement, seule *Spirulina* semble avoir été vraiment utilisée en alimentation comme condiment et en apport protéique (**Ballot et al., 2005 ; Barsanti et Gualtieri, 2005**).

### **I.5.2. Alimentation d'animaux**

Il est possible d'alimenter avec les microalgues des organismes ayant de fortes capacités de filtration, qui sont plus faciles à récolter que les algues, et qui, en outre, présentent un intérêt économique. Les plus utilisés ont été les rotifères car ils servent d'aliment aux alevins dès résorption de la vésicule vitelline (**De la Noüe et Proulx, 1990**).

Outre l'utilisation des micro-algues, les macro-algues sont également utilisées pour l'alimentation du bétail. Les animaux concernés sont les vaches, les chevaux, les porcs et les moutons. Les algues les plus utilisées sont les *Palmaria* et les *Fucales* (**Arzel, 1990**).

### **I.5.3. Utilisations industrielles**

Un grand nombre de substances peuvent être extraites des algues:

#### **I.5.3.1. Colorants**

Actuellement, le  $\beta$ carotène et la phycocyanine sont les deux seules substances d'origine algale à avoir été commercialisées (**De la Noüe et Proulx, 1990**).

La phycocyanine est extraite de *Spirulina* spp. C'est un pigment bleu utilisé dans les industries cosmétiques et alimentaires, sous le nom de Linablue Hautement purifiée, elle possède des propriétés de fluorescence qui la font utiliser dans des tests d'immunodiagnostic (**Thepentier et al, 1990**).

Le  $\beta$  carotène est un autre colorant, actuellement extrait de *Porphyridium cruentum*, qui sert notamment à colorer la margarine. Il sert aussi en pharmacie comme provitamine A, en cosmétique comme produit bronzant et en aquaculture pour colorer la chair des truites

#### **I.5.3.2. Polysaccharides**

Ce sont des agents visqueux ou gélifiants.

Les microalgues peuvent en produire, bien qu'elles ne soient pas encore compétitives avec les bactéries ou les macroalgues (**De la Noüe et Proulx, 1990**).

#### **I.5.3.3. Vitamines et autres produits**

Les microalgues semblent être compétitives comme sources de vitamines A, B1, B6, D, E et K (**De la Noüe et Proulx, 1990**).

D'autres substances peuvent être extraites: Ce sont les acides gras polyinsaturés (comme l'acide arachidonique, l'acide eicosapentaénoïque, et l'acide docosahexaénoïque) utilisés dans les régimes anticholestérol et diététiques, les antioxydants, et les substances antibactériennes et fongiques.

### **I.5.4. Fertilisants**

D'après **Arzel (1990)**, il serait possible de fertiliser les champs et des terrains avec des tapis d'algues en les utilisant comme engrais naturels.

### **I.5.5. Autres utilisations**

Actuellement, l'élimination du lisier de porc et des autres déchets d'élevage se fait essentiellement par épandage sur les terres agricoles. Pourtant, en dépit de leur qualification d'organiques", ces déchets sont surtout formés de matières minérales (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Certaines (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) migrent rapidement dans le sol et polluent la nappe phréatique.

Pour éviter cette pollution, il est possible de cultiver des algues à partir de ces déchets organiques, et de les épandre ensuite par l'eau d'irrigation. Les matières organiques contenues dans les algues établiront alors des liaisons avec les argiles du sol en formant un complexe argilo-humique qui ne libérera ses matières minérales que très progressivement, préservant ainsi la nappe phréatique (**Dabbadie, 1992**).

Les Chara ont la réputation d'éloigner les larves des moustiques, ils sont utilisés (usage traditionnel) pour soigner le rhumatisme ; ils ont un rôle écologique important comme frayère de poissons d'eaux douces en plus de leurs propriétés d'agglomérer les particules en suspension (**De Reviere, 2003**).

### **I.6. Les cyanophyceae**

Les cyanophycées, Schizophyta ou Myxophyceae forment une classe de l'embranchement des schizophytes Ce sont des micro-organismes photosynthétiques contenant souvent en abondance un pigment bleu, la phycocyanine qui explique leur couleur caractéristique (**Frémy, 1930 ; Burrelly, 1970 ; Gayral, 1975** ).

Les cyanobactéries sont géologiquement les plus anciens organismes photosynthétiques connus (**Burrelly, 1970 ; Fay, 1992 ; Valentine, 2004**).

Ces microorganismes présentent des propriétés communes à la fois aux algues et/ou aux bactéries. (**Leitão et Couté, 2005**). Ces caractéristiques communes sont l'absence de membranes nucléaire et plastidiale, de mitochondries, de réticulum endoplasmique et de dictyosome, et la présence d'une paroi cellulaire caractéristique des bactéries à coloration de gram négative avec de la muréine (**Silvano, 2005**). Cependant les cyanobactéries se distinguent des autres bactéries photosynthétiques par leur capacité à réaliser la photosynthèse

oxygénique à partir de l'eau qui joue le rôle de donneur d'électron (Mary, 2003 ; Silvano, 2005 ; Barberousse, 2006).

Comme les algues, les cyanobactéries possèdent de la chlorophylle a, et non de la bactériochlorophylle comme certaines bactéries (Silvano, 2005 ; AFSSA, 2006).

Ces diverses propriétés donnent lieu à des divergences dans la terminologie. Les botanistes les appellent algues bleues ou «cyanophycées», les microbiologistes les appellent cyanobactéries. Les deux appellations sont valides pour la systématique. Toutefois, les noms des genres et d'espèce utilisés actuellement pour l'identification et la systématique des cyanobactéries sont empruntés à la botanique

Selon AFSSA (2006) la correspondance entre la classification de ces organismes dans le code international de nomenclature botanique ICBN (Greuter et al., 1994) et celle du code international de nomenclature des bactéries ICNB (SNEATH, 1992), est représentée dans le Tableau suivant:

**Tableau I:**Correspondance entre la classification botanique et la classification bactériologique des cyanobactéries (AFSSA, 2006).

	Classification botanique	Classification bactériologique
	Cryptogames	
	Thallophytes	
	Algues	Procaryotes
	Procaryotes	Eubactéries
Division	Cyanophytes	Gracilicutes
Classe	Cyanophycées	Cyanobactéries

Les cyanophyceae se rencontrent dans tous les milieux humides ; en eau douce ou salée, en milieux très acides ou très alcalins, dans les régions polaires ou dans les sources thermales (Bourrelly, 1970 ; Valentine, 2004).

### I.6.1. Diversité morphologique

Les Cyanophyceae ont une diversité morphologique très variée, elles peuvent être :

- Unicellulaires, vivant en solitaires ou en colonies ;

- Organisées en trichomes, quant le thalle est composé d'une série de cellule sans gaine ;
- Organisées en filaments, quant le thalle est composé d'une série de cellule enveloppées d'une gaine (**Bourelly, 1970 ; Gayral, 1975 ; De Reviere, 2003 ; AFSSA, 2006**).
- La présence ou l'absence d'une structure appelée « hétérocyste », qui permet la fixation de l'azote atmosphérique, est aussi une caractéristique importante qui sépare les genres (**Mary, 2003**).

### **I.6.2. Facteurs spécifiques aux développements des Cyanophyceae**

Il existe des facteurs spécifiques au développement des Cyanobactéries dans les écosystèmes aquatiques. Ces facteurs sont :

- La présence du phosphore est essentielle pour la croissance et la prolifération des Cyanobactéries alors que celle de l'azote est facultative. Le phosphore est identifié comme étant la substance critique puisqu'il est habituellement limitant en milieu aquatique dulcicole (**Chevaliers et al, 2001**).
- Bien que des températures comprises entre 15 et 30°C sont très favorables à la croissance optimale des Cyanobactéries (**Fay, 1969 ; Silvano, 2005 ; AFSSA, 2006**) ce qui n'empêche pas certaines espèces de croître à des températures faibles de l'ordre de 10°C (**Chevaliers et al, 2001**) et de survivre dans les régions polaires (**Valentine, 2004**).
- Une intensité lumineuse pas trop forte en raison de plus faibles exigences énergétiques des cellules (**Valentine, 2004**). En effet **Chorus et Bartram (1999)**, indiquent que la croissance de la plupart des cyanobactéries est inhibée lorsqu'elles sont soumises en permanence à une intensité lumineuse supérieures à 320  $\mu\text{mole}/\text{quanta}/\text{cm}^2$ .
- Les Cyanobactéries sont capables de croître à des pH élevés et à des concentrations faibles en carbone (**Valentine, 2004**). Selon **Rabouille (2002)**, les cyanobactéries qui se développent à des pH de l'ordre de 9 à 11 ont la capacité d'assimiler le carbone sous forme  $\text{HNO}_3^-$ , caractère qui peut être particulièrement avantageux.

- La fixation d'azote atmosphérique par les cyanobactéries (**Fay, 1969 ; Bourrelly, 1970 ; Valentine, 2004 ; Silvano, 2005**) leur confère un grand avantage lorsque l'azote inorganique devient limitant dans la colonne d'eau (**Chorus et Bartram, 1999 ; Ngansoumana, 2006**).
- Les cyanobactéries ont développées des moyens de défense leur permettant d'éviter d'être broutées par le zooplancton. Hormis la libération de substances toxiques (**Chorus et Bartram, 1999 ; Haider et al., 2003 ; AFSSA, 2006**), leur forme en filaments ou leur association en colonies ne permettent au zooplancton de réaliser le broutage. (**Rabouille, 2002 ; Ngansoumana, 2006**).
- La capacité de contrôler leur position dans la colonne d'eau par l'intermédiaire de vacuoles gazeuses permet aux cyanobactéries en condition de stratification de quitter la colonne d'eau par sédimentation et leur permet aussi d'exploiter la lumière et les sels nutritifs (**Rabouille, 2002 ; Valentine, 2004**).

### **I.6.3. Les cyanobactéries toxiques**

Les cyanobactéries peuvent produire plusieurs types de toxines. Les toxines cyanobactériennes ou cyanotoxines sont des métabolites secondaires (**Harada, 2004**), elles sont intracellulaires et synthétisées dans la phase de croissance des cellules, et sont souvent libérées dans le milieu lors de la sénescence ou de la lyse des cellules. Ces cyanotoxines recouvrent une grande variété de structures chimiques, en majorité des peptides cycliques ou des alcaloïdes. (**Frémy et Lassurs, 2001 ; Silvano, 2005 ; AFSSA, 2006**).

Les cyanotoxines produites par les cyanobactéries font partie de différents groupes chimiques, leur potentiel toxique s'exprime selon différents mécanismes d'action. (**Robert et al., 2005 ; AFSSA, 2006**).

Trois grandes catégories de toxines regroupent de nombreuses molécules nocives selon l'organe-cible et leur mode d'action. (**Chorus et Bartram, 1999 ; Harada, 2004**). Le tableau suivant résume ces groupes de toxines.

**Tableau II:** Les principaux types de toxines élaborées par les cyanobactéries.

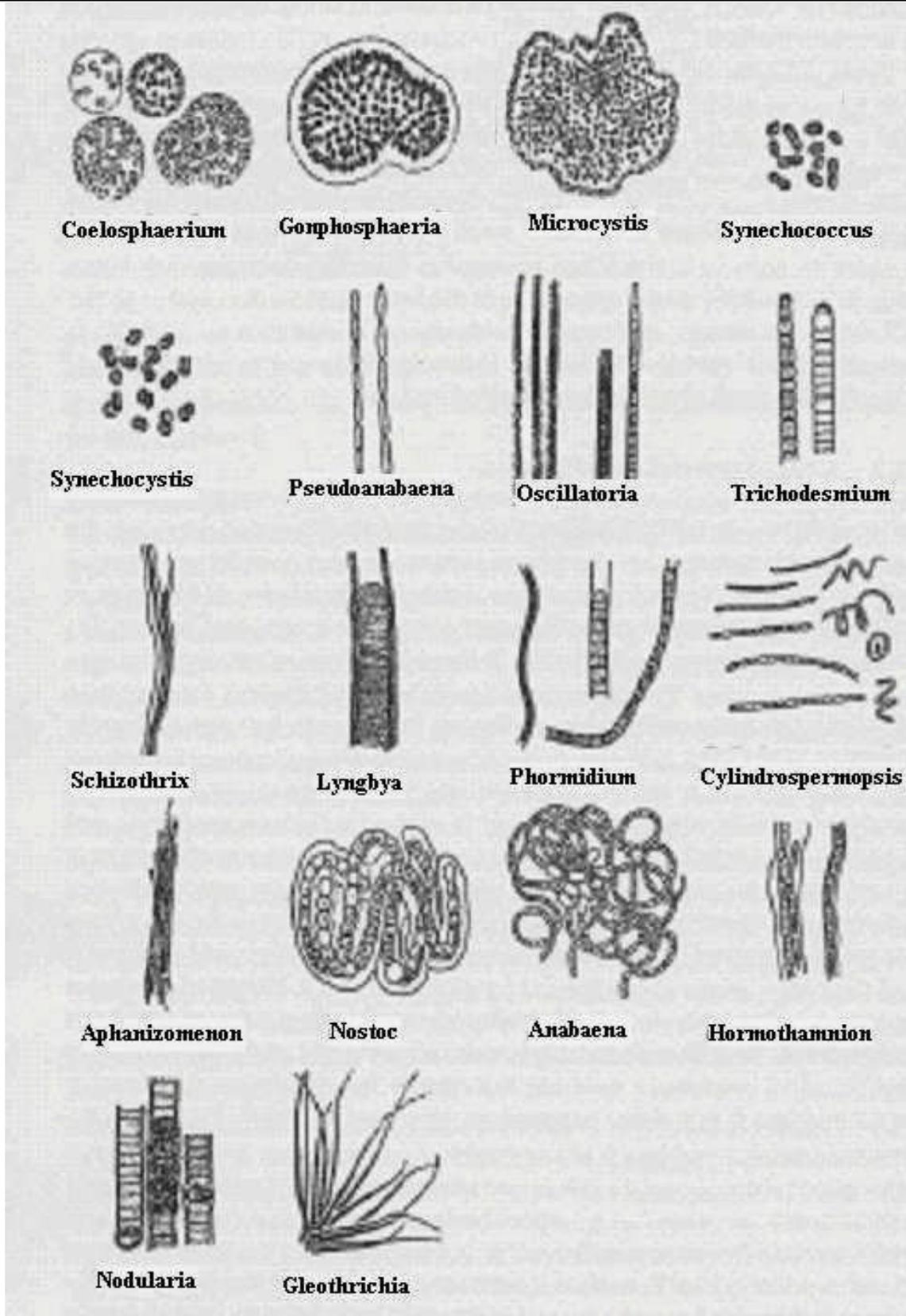
	<b>Hépatotoxines</b>	<b>Neurotoxines</b>	<b>Dermatotoxines</b>
<b>Mode d'action</b>	Inhibition de la synthèse protéique se lie à la phosphatase des protéines des cellules du foie	Perturbation de la transmission nerveuse (blocage des canaux Na <sup>+</sup> )	Fixation sur les membranes cellulaires
<b>Effets</b>	Altération de la structure des cellules du foie. Insuffisance hépatique initiation du cancer du foie.	Perturbation de l'influx nerveux (malaises comme maux de tête, vomissements, diarrhées, paralysie...).	Sensibilisations, allergies cutanées (inflammation, démangeaisons, rougeurs....)
<b>Délai d'apparition des effets</b>	à court et à long terme (quelques heures à quelques années)	Très rapides (quelques heures).	à court/moyen terme

Actuellement environ quarante espèces sont répertoriées comme produisant des toxines. Ces derniers posent de réels problèmes sanitaires aussi bien dans le milieu naturel que pour les eaux potables (**Haider et al., 2003 ; AFFSSA et AFSSET, 2006**) et la plupart des espèces toxiques sont résumées dans le Tableau III et leur morphologie est illustrée sur la fig.1 (**Chorus et Bartram, 1999**).

**Tableau III:** Espèces de cyanobactéries toxiques selon Frémy et Lassurs (2001) et AFSSA et AFSSET (2006).

Cyanobactéries toxiques	Toxines	Cyanobactéries toxiques	Toxines
<i>Anabaena affinis</i>	nd	<i>Anabaena circinalis</i>	Anatoxine-a, PSPs, microcystines
<i>Anabaena flos-aquae</i>	Anatoxines (-a,-a(s), -b, -c,-d), microcystines	<i>Anabaena planctonica</i>	Anatoxine-a
<i>Anabaena spiroides</i>	Anatoxine-a, microcystines	<i>Anabaena torulosa</i>	nd
<i>Anabaena variabilis</i>	nd	<i>Anabaena</i> sp.	Anatoxine-a
<i>Anabaenopsis milleri</i>	Microcystines	<i>Aphanizomenon ovalisporum</i>	Cylindrospermopsine
<i>Aphanizomenon</i> sp	Anatoxine-a	<i>Calothribrevissima</i>	Bromophénols
<i>Calothrix crustacea</i>	Alkylphénol	<i>Coelosphaerium naegelianum</i>	Microcystines
<i>Cylindrospermum</i> sp	Paracyclophanes, anatoxine-a	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Cylindrospermopsine, PSPs
<i>Fischerella epiphytica</i>	nd	<i>Fischerella muscicola</i>	Fischerelline.....
<i>Gloeotrichia echinulata</i>	nd	<i>Gloeotrichia pisum</i>	nd
<i>Gomphosphaeria aponina</i>	Aponine	<i>Gomphosphaeria naegelianum</i>	Anatoxine-a
<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	Hapalindole A	<i>Hapalosiphon hibernicus</i>	Microcystines
<i>Hydrocoleum</i> sp.	Terpènes, carbohydrates	<i>Lyngbya birgei</i>	nd
<i>Lyngbya gracilis</i>	Debromoaplysiatoxine	<i>Lyngbya major</i>	nd
<i>Lyngbya majuscula</i>	Lyngbyatoxique-a, aplysiatoxines, malyngolide, curacineA, antillatoxine, barbamamideA, tanikolide, dolostatine	<i>Lyngbya wollei</i>	PSPs
<i>Microcoleus lyngbyaceus</i>	nd	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Microcystines, anatoxine-a
<i>Microcystis botrys</i>	Microcystines	<i>Microcystis farlwiana</i>	Ichtyotoxine
<i>Microcystis flos-aquae</i>	Microcystines	<i>Microcystis toxica</i>	nd
<i>Microcystis viridis</i>	Microcystines, microviridine	<i>Microcystis wesenbergii</i>	Microcystines
<i>Microcystis</i> sp. <i>Nodularia spumigena</i>	Anatoxine-a , Nodularines	<i>Nostoc muscorum</i>	Indolocarbazomes, paracyclophanes, alkylphénol
<i>Nostoc paludosum</i>	nd	<i>Nostoc rivulare</i>	nd
<i>Nostoc</i> sp	Microcystines	<i>Oscillatoria acutissima</i>	Acutiphycines
<i>Oscillatoria lacustris</i>	nd	<i>Oscillatoria limosa</i>	Microcystines
<i>Oscillatoria nigroviridis</i>	Oscillatoxine-A (alkylphénol), aplysiatoxines	<i>Oscillatoria tenuis</i>	Microcystines
<i>Oscillatoria</i> sp	Anatoxine-a	<i>Phormidium formosa</i>	Homo- anatoxine-a
<i>Planktothrix agardhii</i>	Microcystines	<i>Planktothrix mougeotii</i>	Microcystines
<i>Planktothrix rubescens</i>	Microcystines	<i>Planktothrix</i> sp.	PSPs
<i>Plectonema</i> sp.	Tubercidine	<i>Pseudanabaena</i> sp.	Neurotoxine
<i>Schizothrix calcicola</i>	Aplysiatoxines (alkylphénol), dolostatine	<i>Scytonema hofmanni</i>	ScytophycinesA et B
<i>Scytonema pseudohofmanni</i>	ScytophycinesA et B	<i>Spirulina subsalsa</i>	nd
<i>Symploca hydroides</i>	nd	<i>Symploca muscorum</i>	Aplysiatoxine
<i>Synechococcus</i> sp.	nd	<i>Tolypothrix conglutinata</i>	Toyocamycine,-5'-a-D-glucopyranose, tubercidine
<i>Trichodesmium erythraeum</i>	Neurotoxine	<i>Umezakia natans</i>	Cylindrospermopsine

PSPs : saxitoxines et/ou néosaxitoxines et/ou gonyautoxines 1, 2, 3,4 et 6 et/ou décabamoyles 2 et 3nd : toxine(s) non déterminée(s).



**Fig.1 :** Morphologie des cyanobactéries potentiellement toxiques les plus fréquemment rencontrées (Chorus et Bartram, 1999).

**I.6.4. Effets indésirables des proliférations de cyanobactéries**

Les effets de ces proliférations, quand elles sont particulièrement massives, sont multiples (AFFSA, 2006).

**✓ Sur l'environnement et le cadre de vie**

- Modification de l'aspect de la ressource par une coloration inhabituelle (bleu, rouge et vert).
- Nuisance olfactive lors de la décomposition de la prolifération ;

**✓ Sur les organismes du milieu**

- Perturbation de la biodiversité de l'écosystème aquatique ;
- Perturbation des réseaux trophiques aquatiques car les cyanobactéries sont peu ou pas consommées par le zooplancton et leur prolifération s'effectue le plus souvent au détriment du développement des autres microorganismes photosynthétiques.
- Mortalités de poissons, par intoxication ou diminution de la teneur en oxygène de l'eau ;
- Mortalités d'oiseaux, par intoxication directe ou via leur alimentation (mollusques, poissons,...) ;
- Intoxication d'animaux domestiques ou sauvages par abreuvement à proximité d'écumes toxiques (Silvano, 2005).

**✓ Sur les usages anthropiques de l'eau**

- Coloration, odeur et texture de l'eau pouvant décourager la baignade ;
- Troubles cutanés ou des muqueuses suite à des baignades dans des eaux affectées par des efflorescences ;
- Perturbation du fonctionnement des procédés de traitement des eaux d'alimentation ;
- Dégradation, par la présence de métabolites odorants, de la qualité organoleptique des eaux d'alimentation mal traitées ;
- Induction de risques sanitaires par ingestion, inhalation ou exposition par dialyse si les toxines sont mal éliminées ;
- Perturbation des appareillages de dialyse par colmatage accéléré, si le traitement en amont est insuffisant

# Chapitre II :

## Sites d'étude

**II.1 Description des milieux****II.1.1. La lagune Tamelaht****II.1.1.1. Présentation**

C'est une lagune située à proximité de l'aéroport Abbane Ramdane de Béjaïa ; elle appartient au bassin versant de la Soummam et au sous bassin versant de Boussemam maritime. Elle occupe une superficie d'environ 17 ha 26 ares et 66 ca avec une profondeur allant de 0,5 à 5 m (Bacha, 2003).

Géographiquement, la lagune Tamelaht se situe à environ 80 m de la mer à exposition nord-est, elle est limitée au Nord par la ville de Béjaïa (Mont de Gouraya), à l'Est par la mer méditerranéenne, au sud par l'aéroport et à l'ouest par Ighzer Oukedouh (Fig. 2).

D'après le centre national d'étude et de la documentation pour la pêche et l'aquaculture, 1997 cité par Bacha (2003), ces coordonnées géographiques sont :

- 36°43 pour la latitude Nord.
- 5°4 pour la longitude Est.
- 1 m pour l'altitude.

**II.1.1.3. Faune et flore**

Bien que la lagune Tamelaht ne soit pas classée comme zone humide mais ses richesses faunistiques et floristiques sont spécifiques aux zones humides. En effet les inventaires recensés par l'unité de la conservation et de développement de la faune et de la flore de Béjaïa (U.C.D, 2007), révèlent l'existence d'une multitude d'espèces d'oiseaux migrateurs et sédentaires ainsi que des oiseaux d'eau et une variété d'invertébrés, de poissons et de mammifères assez considérable.

La végétation terrestre du site apparaît 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 par Chérif et Chibane (2002) et Bacha (2003) ont révélé l'existence de 56 taxons d'algues dont 23,21% sont représentés par des cyanobactéries.

II.1.1.4. Nuisances affectées au site

Des facteurs de perturbations de la qualité hydrologique et écologique du site, d'origine essentiellement humaine ont été observés durant cette étude et qui sont en train d'altérer l'écologie et l'esthétique de cet écosystème assez important car assez raréfié:

- Le surpâturage des bovins, ovins et caprins sur les bosquets lisières pourrait être à l'origine de la fragmentation des habitats, disparition de la végétation et la dégradation du sol.
- Les rejets des déchets solides et le déversement des eaux domestiques provenant de l'aéroport et des habitations avoisinantes pourraient conduire à une pollution chimique et organique des eaux.
- En période estivale le trafic aérien intensifié traduit en plus une pollution sonore perturbant ainsi les oiseaux et autres animaux habitant le site.

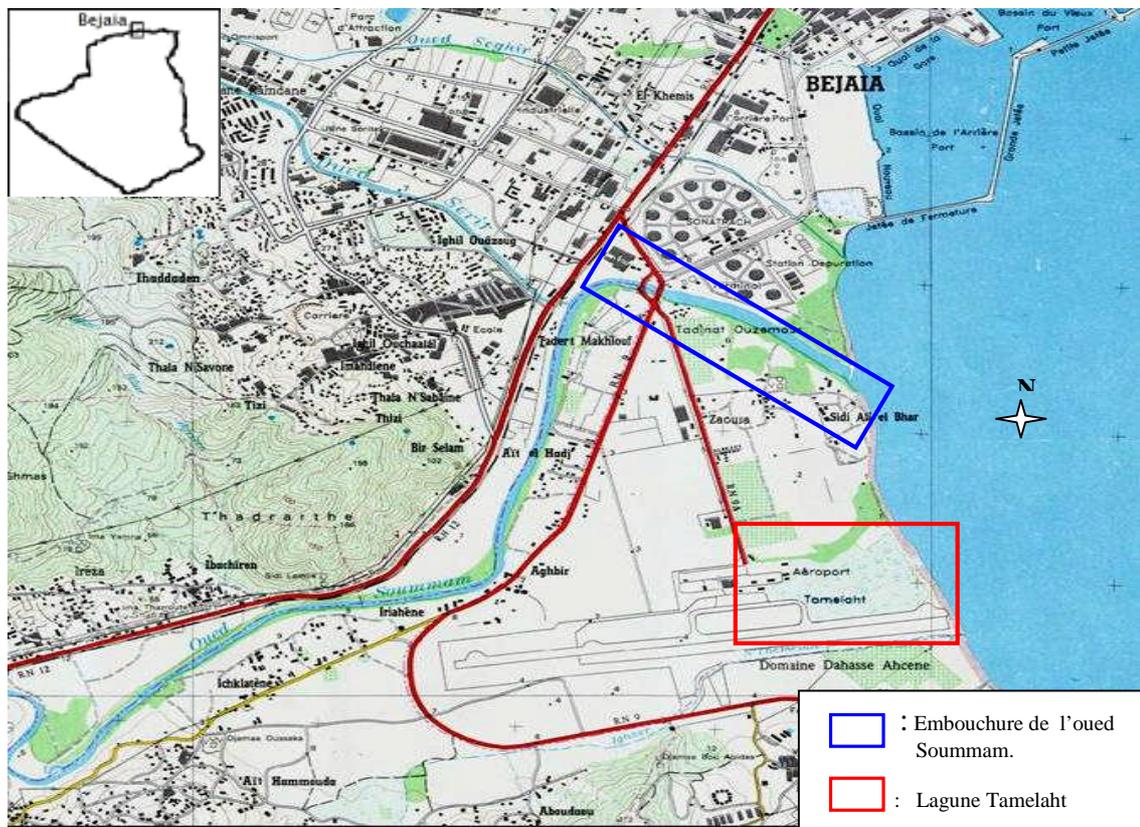


Fig.2 : Carte géographique de Bejaia\_NJ\_31\_VI\_31\_Ouest avec localisation de la lagune Tamelaht et de l'embouchure de l'Oued Soummam (I.N.C., 1984) ; Echelle 1/50000.

II.1.2. Le lac Mézaia

II.1.2.1. Présentation

Situé à l'intérieur d'un parc d'attraction au centre ville de Béjaia, le lac couvre une superficie de 2,5 ha et présente une profondeur allant de 0,5 à 20 m. Il est limité au nord par la briqueterie Brandi, à l'est par la maison de la culture et à l'ouest par l'ex-supermarché (Fig.3).

Il a pour coordonnées géographiques:

- 5° 3' pour la longitude Est
- 36°45', pour l'altitude Nord
- 11m pour l'altitude. (P.N.G, 2001)

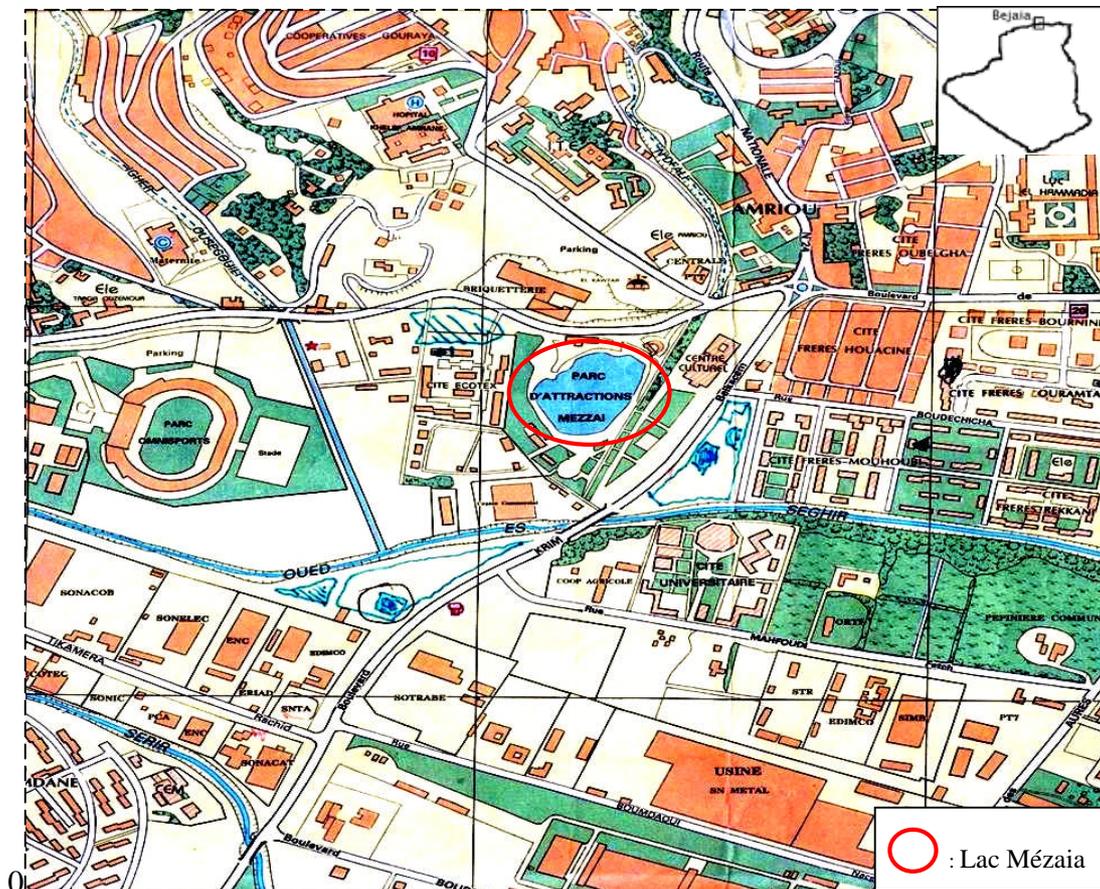


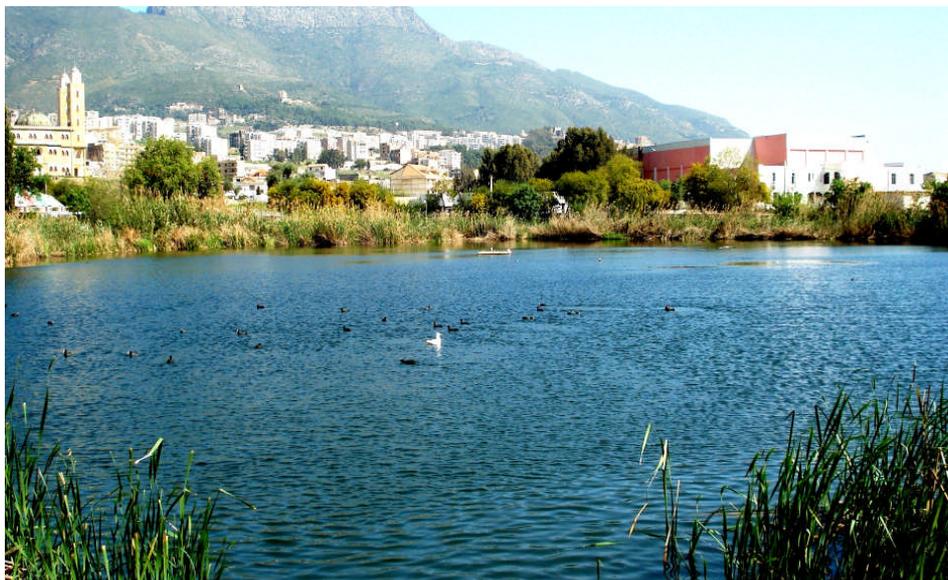
Fig. 3 : Situation géographique du lac Mézaia (I.N.C., 1993b) ; Echelle 1/7.500

Ce lac doit son origine à l'exploitation intense et répétée d'un gisement de glaise qui alimentait la briqueterie Brandi jusqu'en 1950 (Fig.4) ; ceci a provoqué l'émergence des eaux souterraines provenant probablement d'une nappe phréatique. Afin de retenir les eaux, une digue a été construite aux alentours de ce lac (P.N.G, 2001).

L'introduction en 1983 et 1986 de canards colvert, le développement d'une végétation constituée essentiellement de roseau (*Phragmites communis*), de joncs (*Juncus sp*) et du typha (*Typha angustifolia*) ainsi que la visite de quelques oiseaux migrateurs ont permis la transformation de ce site en un véritable écosystème lacustre (Fig. 5)



**Fig.4** : Photo du lac Mézaïa en 1950.



**Fig. 5** : Photo du lac Mézaïa (2007).

### **II.1.2.3. Faune et Flore**

Comme cité précédemment, la végétation entourant le lac est essentiellement dominée par du roseau (*Phragmites communis*), de joncs (*Juncus sp*) et du typha (*Typha angustifolia*), constituant une véritable ceinture végétale et un lieu favorable pour la nidification des espèces d'oiseaux d'eau et un dortoir pour certains oiseaux tel que le héron

garde boeuf. L'inventaire floristique réalisé par Aklil (1997), révèle la présence de 36 espèces végétale. Abbaci et Bourad en 1997 ont recensés 45 taxons phytoplanctoniques alors que Bacha (2003) révèle l'existence de 87 taxons dont 25,28% de cyanobactéries.

La faune aquatique de ce site est richement représentée par une multitude d'espèces appartenant à différentes familles ; les mammifères représentées par des rongeurs (les rats), 02 espèces de poissons, 03 espèces de bactéries, 03 espèces de reptiles, environ 45 espèces d'oiseaux dont une vingtaine sont des oiseaux d'eau et environ 57 espèces d'invertébrés (P.N.G.2006).

#### **II.1.2.4. Nuisances affectées au lac**

Bien qu'intégré au parc national de Gouraya, depuis 1991, des menaces nombreuses et importantes pèsent encore sur ce plan d'eau. Sa localisation dans un parc d'attraction hautement visité et le manque réel de moyens de gestion, d'entretien, de protection et de sensibilisation font de ce lac soit un récepteur direct de pollutions multiples et diverses en plus des constatations suivantes:

- Chasse des oiseaux d'eaux par les visiteurs du parc et altération de leurs habitats.
- Rejets des déchets solides de toute nature dans l'eau et sur les bordures du lac par les visiteurs ce qui détruit la beauté des lieux.

#### **II.1.3. L'Embouchure de la Soummam.**

##### **II.1.3.1. Présentation**

C'est une vaste étendue ayant l'aspect d'un fleuve de part sa largeur et sa profondeur, situé à 500 m de la mer de la Méditerranéenne. Limitée à l'Ouest par la ville de Béjaia, au sud par Sidi Ali lebhar et l'aéroport et à l'Est par Ighzer Oukedouh (Fig. 4). Ce milieu reçoit les rejets des eaux usées de toute la vallée de la Soummam.

Il a une profondeur faible d'environ 2m et une largeur en moyenne de 40m. Le substrat est de type vaseux, noirâtre à odeur nauséabonde. Le courant est faible voire inexistant en aval. Ses coordonnées géographiques sont :

- 36°41 pour la latitude

- 5°5 pour la longitude
- 3 m pour l'altitude (**Fig. 2**)

### **II.1.3.2. Faune et flore**

Sur les rives de ce site, on remarque une végétation abondante dominée par le roseau (*Phragmites australis*). La flore algale a fait l'objet de plusieurs études. En effet l'étude réalisée par Bellout et Mebarki (2003) sur les cyanobactéries a révélé l'existence de 58 espèces appartenant à 18 genres, celle réalisée par Bacha (2003) sur la diversité phytoplanctonique a révélé une soixantaine de taxons dominés par les Chlorophycophyta. Des espèces toxiques notamment du genre *Microcystis* dont les effets sont aussi importants pour l'homme que pour les animaux aquatiques, ont été rencontrées.

La richesse floristique paraît être accompagnée par une grande richesse faunistique. L'inventaire réalisé par Amarnia et Lahlah en 1997 a montré que le cours d'eau abrite une multitude d'espèces de poissons, mollusques, batraciens et d'insectes appartenant à différentes familles, richement représentés en taxons.

### **II.1.3.3. Nuisances affectées au site**

Les rejets des unités installées dans le **ZAC de TAHARACHT AKBOU** et celle de **ZAC D'OUZELLAGUEN** déversent leurs rejets directement dans l'oued Soummam sans traitement sachant que leurs eaux usées sont chargées de matières considérées comme spéciales et dangereuses. De même pour les stations lavages et graissages de la vallée ainsi que les fabricants de carrelages et les ateliers mécaniques. (**Direction de l'environnement, 2008**).

Les déchets solides qui proviennent des différentes unités industrielles sont composés principalement de matières plastiques, papiers, tissus qui sont mis en décharges au même titre que les déchets ménagers, excepté l'unité **ALFADITEX REMILA** qui pratique l'incinération des déchets, et **DANONE DJURDJURA** qui fait la valorisation des déchets. (**Direction de l'environnement, 2008**).

La plupart des centres urbains situés le long de la vallée de la Soummam déversent leurs eaux usées directement dans l'oued et ce sans aucun traitement, à l'exception de

certaines collectivités qui possèdent leurs propre bassin de décantation, ce qui rend l'oued carrément saturé par ces derniers ; on y à recensé 74 points de rejets d'eaux usées domestiques pour un volume estimé à 37000m<sup>3</sup>/j.

Les rejets collectifs importants sont au nombre de 89 soit 74 rejets dans l'oued Soummam pour un volume de 37000 m<sup>3</sup>/j (D.H.W, 2006).

## **II.2. Le climat**

### **II.2.1. Introduction**

Le climat est l'ensemble des conditions météorologiques qui caractérisent l'atmosphère en un lieu donné. Parmi les facteurs climatiques qu'on peut distinguer, on trouve les facteurs énergétiques, constitués par la lumière et les températures, les facteurs hydrologiques (précipitation et hygrométrie) et les facteurs mécaniques (vent, enneigement) (Ramade, 1994). Le climat joue un rôle déterminant dans la répartition des espèces animales et végétales (Dajoz, 1971). Une significative corrélation entre les variations climatiques environnementales et les espèces phytoplanctoniques et le biovolume des groupes d'espèces suggère un lien entre le climat et la distribution du biovolume des communautés phytoplanctoniques (Smayda, 1998; Lehman, 2000) in Altisan (2006).

Dans notre étude, les données climatiques utilisées sont celles fournies par la station météorologique de l'aéroport de Bejaia située au voisinage de la lagune Tamehlaht.

### **II.2.2. Les températures**

De part sa position géographique littoral méditerranéen sud, la région traverse des hivers pluvieux et doux et des étés secs et chauds. Ainsi, sur la base des données recueillies sur une période de 37 ans (1970 à 2007), on déduit globalement une température moyenne annuelle de 15,32C°, avec des minimums de 7,26 °C (moyenne mensuelle minimale),

correspondant au mois le plus froid (janvier), et de 21.7 °C (moyenne mensuelle maximale), correspondant au mois le plus chaud (Août) (Tableau IV)

**Tableau IV :** Températures moyennes mensuelles dans la région de Bejaia (période 1970/2007). Source : station météorologique sise à l'aéroport de Bejaia.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>M</b>	16.53	17	18.91	20.63	23.11	26.92	29.77	30.46	28.35	25.87	21.01	17.53
<b>m</b>	7.26	7.76	9.31	11.23	14.33	18.37	20.65	21.57	19.38	16.21	11.37	13.12
<b>M+m/2</b>	11.89	12.38	14.11	15.93	18.72	22.64	25.21	26.01	23.86	21.04	16.37	13.12

M : Moyennes mensuelles des maxima thermiques.

m : Moyennes mensuelles des minima thermiques.

(M + m)/2 : Températures moyennes mensuelles.

### II.2.3. Les précipitations

Les précipitations arrivant à la surface de la terre constituent la quasi-totalité des apports d'eau au sol. Il est clair que l'alimentation naturelle des écosystèmes aquatiques est étroitement liée à la nature du climat. En fait, la majeure partie du renouvellement est dû aux précipitations efficaces, c'est-à-dire, la fraction d'eau qui parvient à ces écosystèmes après soustraction des pertes par évapotranspiration et par ruissellement.

Dans la région d'étude, les précipitations décroissent au fur et à mesure que nous nous éloignons de la mer. Cette décroissance concerne surtout les mois pluvieux (octobre à décembre), et est due essentiellement à l'orographie et aux effets de continentalité (Benhamiche, 1997). La moyenne des cumuls annuels atteint 742,35 mm, le maximum étant enregistré en décembre (**149,35 mm**) et le minimum en Juin (9.55mm) (Tableau V).

**Tableau V :** Les précipitations (P) moyennes mensuelles de la région de Bejaia (1970/2007). Source : station météorologique sise à l'aéroport de Bejaia.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel Moyen
<b>P (mm)</b>	120.85	99.35	72.7	73.9	44.5	9.55	10.05	10.15	47.75	70.45	104.2	149.35	<b>742,35</b>

II.2.4. Les synthèses climatiques

II.2.4.1 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

Le diagramme est conçu de telle sorte que la pluviométrie (P) exprimée en millimètre est égale au double de la température moyenne mensuelle (T), exprimée en degré Celsius, soit  $P = 2T$ . D'après Bagnauls et Gausсен (cités par Dajoz, 1971), il y a sécheresse lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous. Ainsi, le diagramme établi avec les données de la période 1970-2007 dans la région de Bejaia, montre l'existence d'une période humide, s'étalant du début septembre à fin mai, et une période sèche durant les trois mois restants (juin à août) (Fig.5).

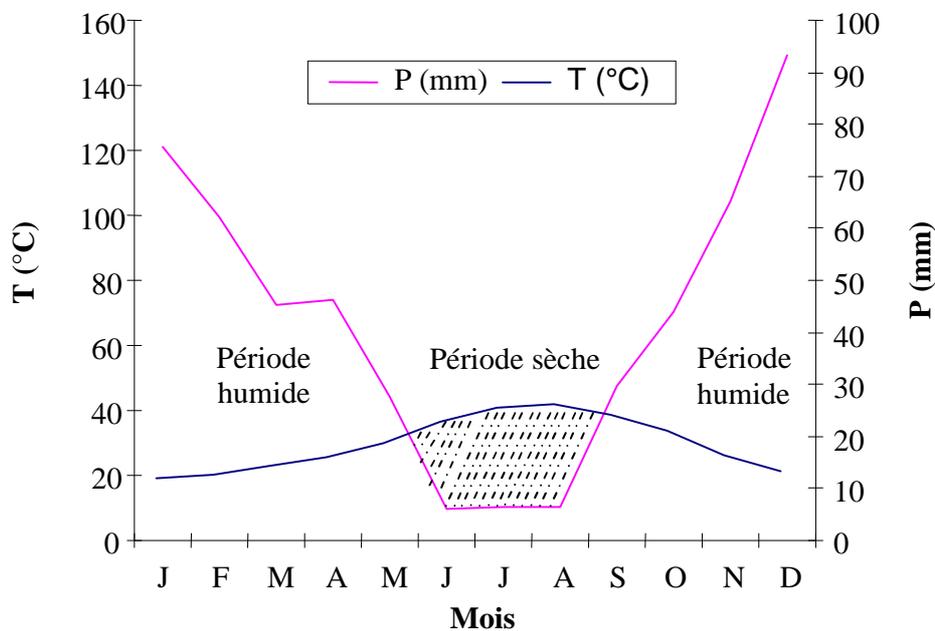


Fig.6 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS pour la région de Béjaia.

II.2.4.2. Climagramme d'Emberger

Emberger a défini un quotient pluviométrique qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen. Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971). Le  $Q_2$  est donné par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{M + m}{2} - (M - m)}$$

Où :

P : précipitations annuelles exprimées en mm.

M : moyenne des températures Max du mois le plus chaud (°K).

m: moyenne des températures Min du mois le plus froid (°K).

Ce quotient a été adapté au climat du territoire nord-africain (Maroc, Algérie et Tunisie) par Stewart 1969, in Leutrech-Bellaroussi, 1991. Il se calcule par la formule suivante :

$$Q_2 = 3.43 \frac{P}{M - m}$$

Où :

P : précipitation annuelle moyenne.

M : maximum annuel de la température.

m : minimum annuel moyen de la température.

Calcul de  $Q_2$  pour la région de Bejaia :

$$P = 812,8 \text{ mm}$$

$$M = 30 \text{ °C}$$

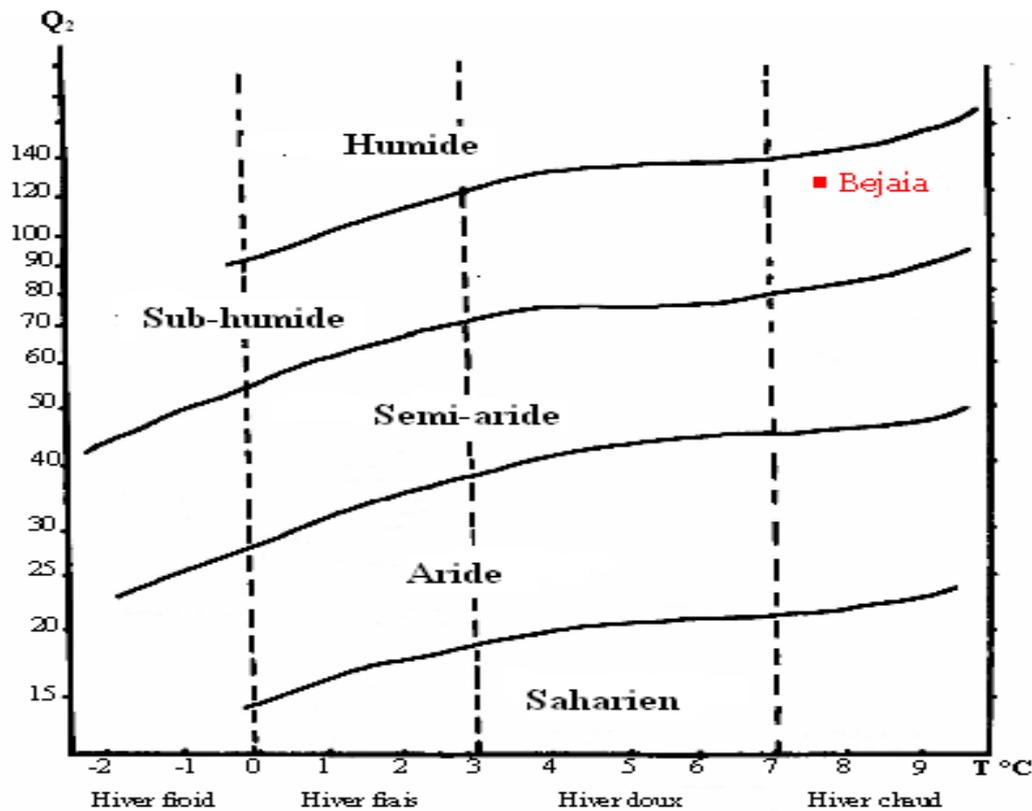
$$m = 7.26 \text{ °C}$$

$$Q_2 = 3.43 \frac{812,8}{(30 - 7,26)} \rightarrow \boxed{Q_2 = 122,59}$$

En tenant compte de la température minimale et en rapportant ce quotient sur le climagramme d'Emberger (modifié par Stewart, 1969), il en déduit que la région de Bejaia, y compris la zone d'étude, se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Fig.7).

De ce fait, il apparaît que la zone d'étude subie un climat de type méditerranéen. Toutefois, en suivant le couloir de la vallée de la Soummam allant de la côte vers l'intérieur, deux étages bioclimatiques se succèdent (Benhamiche, 1997) :

- Etage humide sur la partie aval (jusqu'à Sidi Aïch) avec un taux de pluviosité supérieur à 900 mm par an.
- Etage sub-humide entre Sidi-Aïch et Akbou avec une pluviosité relativement faible allant de 400 à 600 mm par an et des températures légèrement plus élevées allant de 26 à 30 °C.



**Fig.7 :** Situation bioclimatique de la région de Bejaia sur le climagramme d'EMBERGER modifié par (Stewart (1969) cité par Leutreuche-Belarouci, 1991).

### II.2.5. Variation de quelques paramètres climatiques au cours de la période d'étude

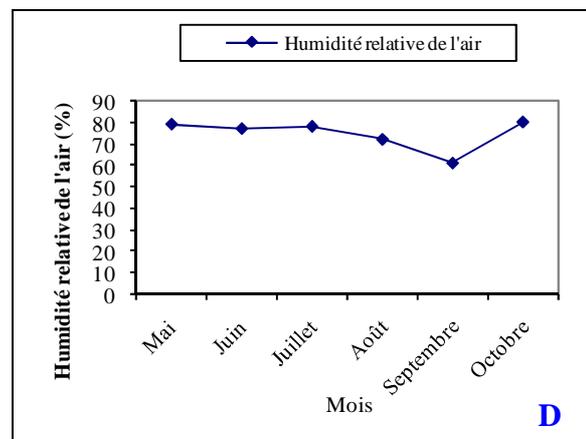
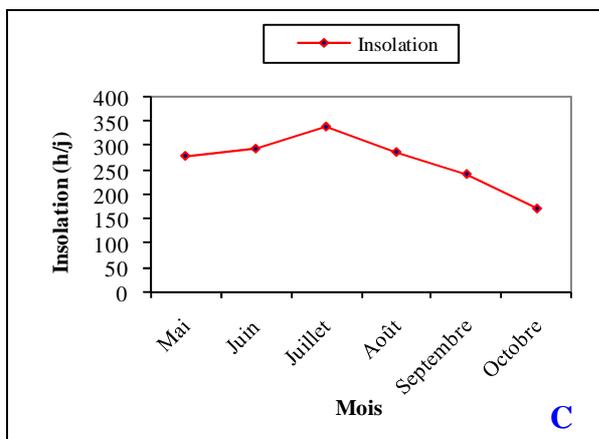
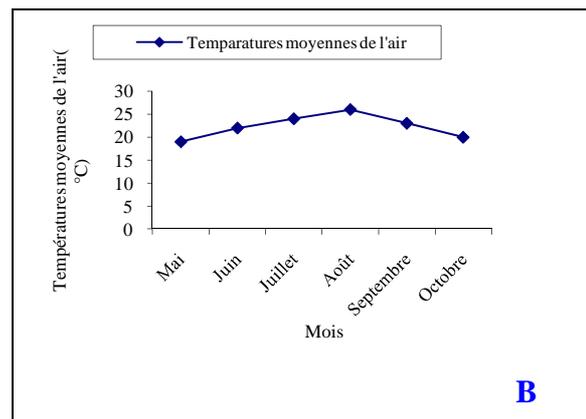
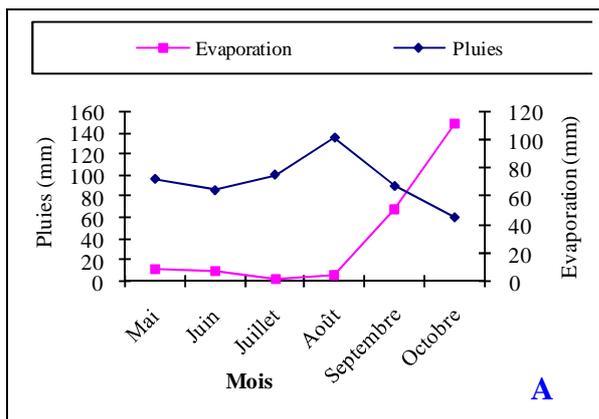
Les données météorologiques relevées par la station météorologique de Béjaia au cours de la période d'étude (mai- octobre) sont illustrées sur la fig.8.

L'évolution de ces paramètres (Fig.8) révèle que la période d'étude a été marquée par des précipitations assez remarquables en mois d'octobre (147mm), ce qui est exceptionnel pour cette année puisque la moyenne calculée pour ce mois pour une période de 37 ans est de 70,45mm.

L'humidité relative de l'air ne varie pas beaucoup, elle enregistre une valeur minimale de 61% en mois de septembre et une valeur maximale de 80 mm en mois d'octobre. Cette augmentation est étroitement liée aux fortes précipitations enregistrées pendant ce mois (149mm).

**Tableau VI** : Données de quelques paramètres climatiques au cours de la période d'étude (source : Station météorologique de Béjaia.).

Mois	Pluies (mm)	Températures moyennes de l'air (°C)	Humidité relative de l'air (%)	Insolation (h/j)	Evaporation (mm)
Mai	12	19	79	280	73
Juin	10	22	77	295	65
Juillet	3	24	78	341	76
Août	7	26	72	288	102
Septembre	69	23	61	242	68
Octobre	149	20	80	170	46



**Fig.8** : Evolution de quelques paramètres météorologiques au cours de la période d'étude (mai-octobre, 2007) : A (Evaporation et Pluies) ; B (températures de l'air) ; C (Insolation) ; D (humidité relative de l'air).

# Chapitre III :

## Méthodologie

La stratégie d'étude s'appuie sur deux types d'approches destinées à répondre aux différents objectifs de ce présent travail : un suivi en milieu naturel basé sur la récolte des peuplements algaux et la mesure d'éléments physicochimiques caractéristiques de ce milieu et un suivi au laboratoire basé sur des observations des espèces algales et leur identification ainsi que l'analyse de quelques paramètres physiques, chimiques et biologiques contrôlant le développement de ces algues.

### **III.1. Suivi en milieu naturel des communautés algales**

L'étude en milieu naturel de la communauté algale a été réalisée au cours d'un cycle semestriel (fin mai au fin octobre) de l'année 2007 sur des échantillons d'eau contenant des algues récoltés dans trois milieux aquatiques représentatifs de la région de Béjaïa, à raison d'une récolte par station tous les 3 semaines en moyenne.

#### **III.1.2. Echantillonnage**

##### **III.1.2.1. Périodicité d'échantillonnage**

L'échantillonnage proprement dit a été réalisé au cours de la période s'échelonnant de mai à octobre 2007. Dix huit (18) sorties au total ont été effectuées durant cette période (Tableau VII).

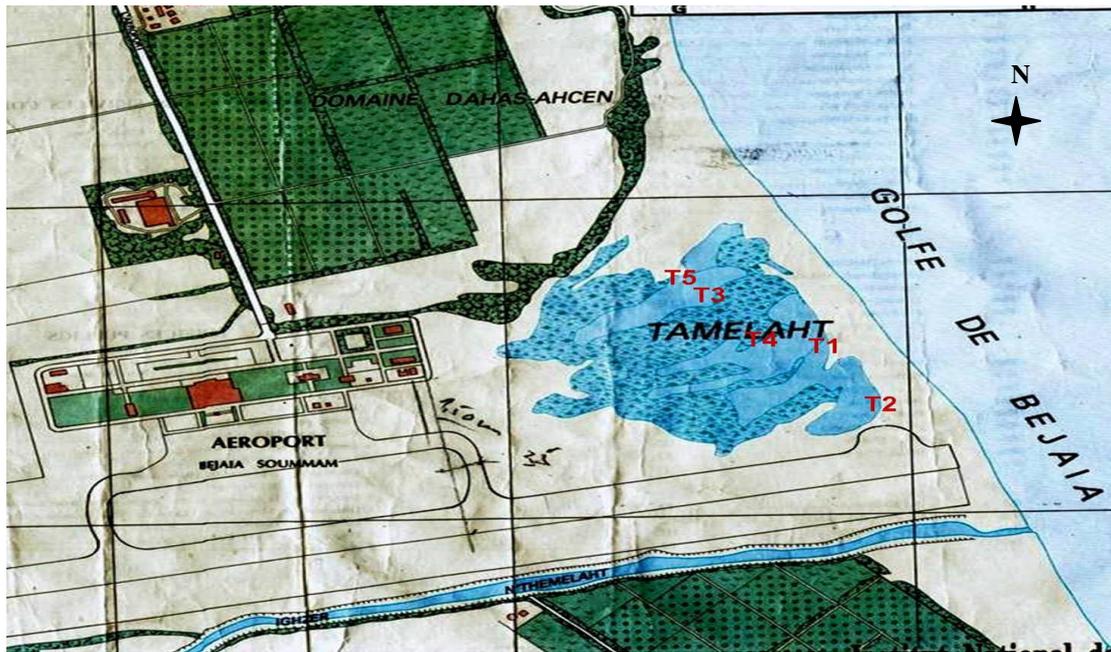
**Tableau VII** : Répartition des stations d'études en fonction des périodes de récolte.

<b>Sites d'étude</b> <b>N° de la sortie</b>	<b>Lagune Tamejaht</b>	<b>Lac Mézaïa</b>	<b>Embouchure de l'Oued Soummam</b>
<b>1</b>	30/05/07	02/06/07	05/06/07
<b>2</b>	24/06/07	26/06/07	01/07/07
<b>3</b>	14/07/07	21/07/07	24/07/07
<b>4</b>	06/08/07	14/08/07	19/08/07
<b>5</b>	04/09/07	10/09/07	16/09/07
<b>6</b>	09/10/07	24/10/07	26/10/07

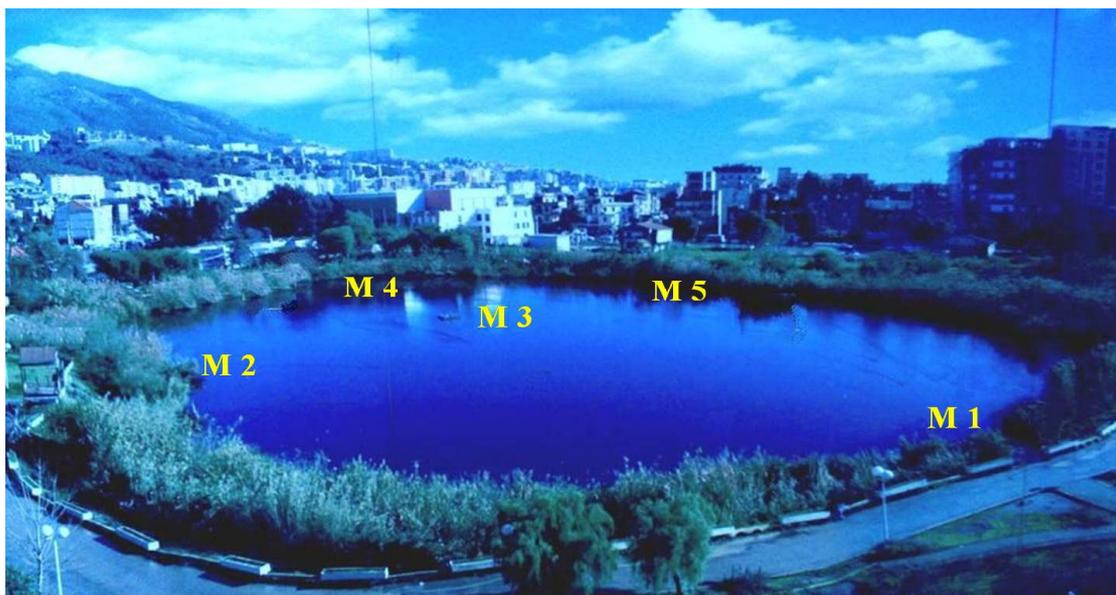
Dans le cadre d'étude d'un milieu et pour avoir un échantillonnage plus au moins représentatif il est important de faire des prélèvements en plusieurs points pour améliorer la représentativité du site et permettre d'avoir plusieurs données à exploiter au laboratoire.

### III.1.2.2. Stations et points de prélèvements

Dans notre étude et pour chacun des 03 milieux, 05 prélèvements d'algues et d'eau ont été récoltés ainsi que des mesures de terrains ont été effectuées et ceci pendant chaque sortie. Les prélèvements ont été effectués sur toute l'étendue du lac Mézaia, alors que pour la lagune Tamelaht et l'embouchure de la Soummam, les prélèvements se sont limités aux bordures seules accessibles (Fig. 9, Fig. 10 et Fig.11).



**Fig.9 :** Situation géographique de la lagune Tamelaht avec localisation des points de prélèvements (T1, T2, T3, T4 et T5), (I.N.C., 1993) ; Echelle 1/7.500.



**Fig.10 :** Localisation des points de prélèvements (M1, M2, M3, M4 et M5) au niveau du lac Mézaia



**Fig.11** : Localisation des points de prélèvements (S1, S2, S3, S4 et S5) au niveau de l'embouchure de l'oued Soummam (échelle : 1/200).source :[www.Google earth.com](http://www.Google earth.com).

### III.1.2.3. Prélèvements

#### a) Eau

Les prélèvements d'eau ont été faits en sub-surface (profondeur < 40 cm) au niveau du lac Mézaia et lac Tamelaht, en prélèvement directement de l'eau brute préalablement homogénéisée à la main. Pour l'embouchure de l'oued Soummam, sa faible profondeur nous a permis de s'éloigner de la rive de quelques mètres et les prélèvements d'eau n'ont pas dépassés les 20 cm de profondeur.

#### b) Algues

Afin de réaliser un bon échantillonnage systématique susceptibles de contenir tous les types écologiques des d'algues des milieux étudiés, plusieurs techniques ont été utilisées (Iltis, 1980 ; Bourrely ; 1966):

- Expression des végétaux immergés.
- Grattages sur pierres, branches ou débris immergés ou simplement humides sur lesquels un enduit gélatineux ou coloré laisse supposer un développement algal.

- Concentration des algues phytoplanctoniques par un filet à plancton (Fig.12) de 25 $\mu$ m de vide de mailles, et de 30cm de diamètre, utilisé en réalisée en sub-surface (profondeur = 0,20m).

Ces prélèvements ont été effectués entre 9 h et 12h30 pour les trois stations.

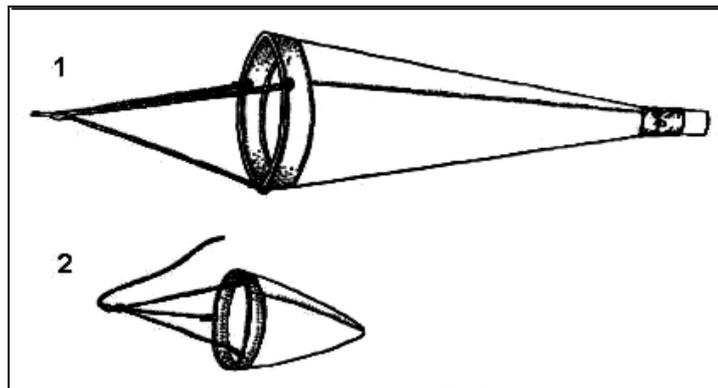


Fig.12. Filets à plancton

Les échantillons récoltés sont mis dans des bocaux en verre ou en plastique opaque préalablement lavés, étiquetés (date de la récolte, nom de la station d'étude et le point de prélèvement). Les échantillons sont transportés au laboratoire d'hydrobiologie de l'université de Béjaia dans une glacière.

Au total 90 échantillons réalisés dans les trois stations étudiées ont été recueillis. Après homogénéisation, une partie de chaque échantillon est observé à l'état frais, sous microscopique afin de déterminer les espèces mobiles ou fragiles qui pourraient être altérées par la fixation. Une autre partie fixée avec une solution de formol à 35% pour être observée ultérieurement.

Les échantillons sont conservés au frais (4°C) et à l'abri de la lumière.

### III.1.3. Mesure des paramètres physico-chimiques in situ

Sur les sites d'étude et en parallèle avec les prélèvements d'algues et d'eau, les mesures de quelques paramètres physicochimiques ont été réalisées sur le terrain. Il s'agit de la salinité, de l'oxygène dissous, de la température de l'air et de l'eau, de la conductivité électrique et du pH. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un matériel de terrain

comprenant un pH mètre de type Milwaukee modèle SM101, d'un oxymètre de type Hanna instruments modèle HI9142 et d'un appareil multiparamètre de type WTW modèle 330i.

### **III.2. Expérimentation au laboratoire**

#### **III.2.1. Mesures des paramètres Physico-chimiques**

A coté des paramètres physico-chimiques in situ d'autres mesures et dosages ont été réalisées au laboratoire, il s'agit de :

**III.2.1.1. La détermination des matières en suspension :** 500 ml d'eau ont été prélevés dans les lacs Mézaïa et Tamelaht et 200 ml au niveau de l'embouchure de l'Oued Soummam (eaux chargées).

La méthode par filtration a été utilisée pour déterminer les matières en suspension (**Rodier, 1984**); l'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre a été déterminé par pesée différentielle de la manière suivante : Tout d'abord les filtres Wattman GF/C de 045µm de diamètre ont été lavés et séchés à l'étuve pendant une heure à 105°C puis pesés ensuite, un volume d'eau a été filtré avec et les filtres ont subi la même opération précédente. Le volume d'eau filtré varie de 250 ml dans les eaux peu chargées en matières en suspension à <100 ml dans les eaux particulièrement chargées. Les teneurs en matières en suspension (mg/l) sont données selon la formule suivante :

$$MES(mg/l) = \frac{P1 - P2}{V} \cdot 1000$$

Où :

P1 : Masse du filtre avant utilisation (mg).

P2 : Masse du filtre après utilisation (mg).

V : volume d'eau filtré (ml).

**III.2.1.2. Le dosage des nitrates et phosphates :** Des bouteilles en verre de 100 ml ou en polyéthylène prélavées ont été utilisées et remplies complètement d'eau, étiquetées et acheminées au laboratoire dans une glacière. Arrivée au laboratoire, l'eau est immédiatement

analysée selon la méthode décrite par Rodier (1984) pour le dosage des nitrates les orthophosphates.

Les nitrates ont été dosés par la méthode au salicylate de sodium : En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique les lectures ont été effectuées à une longueur d'onde de 415nm en utilisant un spectrophotomètre de type SHIMATZU. Après l'établissement de la courbe d'étalonnage, les teneurs en nitrate ont été calculées en multipliant le résultat obtenu par 4,43. Ces teneurs sont exprimées en milligrammes par litre. (Rodier ,1984).

Pour les orthophosphates, la méthode au chlorure stanneux a été utilisée : elle est basée sur le fait qu'en milieu acide et en présence de molybdates d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phospholipidique qui est réduit par le chlorure stanneux et qui développe une teinte bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Les lectures sont effectuées à une longueur d'onde de 690nm en utilisant un spectrophotomètre de type spectrophotomètre de type SHIMATZU .Les concentrations des échantillons en orthophosphates sont obtenues à partir de la courbe d'étalonnage et les résultats exprimés en milligrammes par litre sont calculés à partir de l'expression suivante :

$$X (mg / l) = \frac{C .50}{V}$$

**D'où :**

C : Concentration donnée par la courbe d'étalonnage.

V : Volume de l'échantillon d'eau utilisé.

X : Teneur en phosphates (mg/l).

**III.2.1.3. Le dosage de la chlorophylle « a » :** Des bouteilles en verre opaque de 500 ml ont été utilisées car la chlorophylle a se dégrade rapidement par la lumière (Silvano, 2005). Le dosage de la chlorophylle « a » a été réalisé selon la méthode spectrophotométrie décrite par Rodier (1984). Elle est basée sur la filtration de l'eau sur des filtres Wattman GF/C de 045 µm de diamètre. Cette opération a été effectuée dans les premières heures qui suivent l'échantillonnage. Le volume d'eau filtré varie selon la quantité des matières en suspension, il

est de 500 ml dans les eaux peu chargées et de 100 ml dans les eaux particulièrement chargées.

Après filtration, la chlorophylle « a » a été extraite dans une solution d'acétone à 90° et ce pendant 12 heures à l'obscurité et au frais. Les valeurs ont été lues sur un spectrophotomètre de type SHIMATZU, à 630 nm, 345 nm, 663 nm et 750 nm et ceci par rapport à un témoin d'acétone. Les teneurs ont été calculées à partir de la formule ci-dessous et ceci après soustraction de la valeur lue à 750 nm des trois autres valeurs.

$$\text{Chlorophylle "a" } (\mu\text{g/l}) = 11,64 E_1 - 2,16 E_2 + 0,1 E_3 - \left(\frac{V_g}{V.L}\right)$$

Où :

$E_1$  : mesure à 663 nm après correction.

$E_2$  : mesure à 645 nm après correction.

$E_3$  : mesure à 630 nm après correction.

$V_g$  : volume d'eau filtré (litre).

$V$  : volume d'acétone (ml).

$L$  : longueur du trajet optique (cm).

### **III.2.2. Analyses qualitatives**

#### **III.2.2.1. Identification des espèces**

Dans un premier temps, l'examen des algues a été fait sur des préparations extemporanées et sur du matériel frais et sans fixation.

Après le dépôt des espèces algales au fond de l'échantillon à étudier, une goutte d'eau est prélevée au fond à l'aide d'une pipette pasteur ou au compte gouttes. Cette goutte est montée entre lame et lamelle sans luter puis observée sous microscope optique (type ZEISS) aux objectifs suivants : 3.2, 10, 40 et au 100 à immersion à l'huile, en utilisant deux jeux d'oculaires ( $\times 8$  et  $\times 12,5$ ) équipé d'une chambre claire pour faire les premiers dessins des formes observées. En moyenne une dizaine de préparations par échantillon a été observée.

Suivant la morphologie générale des taxons observés, une première détermination des espèces a été faite à partir des travaux de Bourrelly (1966, 1968, 1970) et de Compère (1974, 1975). En plus des observations et dessins, des photographies des taxons ont été prises pour chaque échantillon en utilisant un appareil photos numérique pour permettre des mensurations plus faciles et avoir plus de taxons. Une règle graduée de 1000 $\mu$  a été aussi prise en photos dans les mêmes conditions dimensionnelles que les échantillons d'algues et ceci à différents grossissements, elle accompagne toutes les photos d'algues ; les mesures ont été effectuées sur ordinateur en se servant du logiciel IMAGE TOOLS.

Plus de 2500 photos d'algues ont été prises et mesurées en prenant en détail : Les dimensions du thalle (cellules, cénobes, colonies, filaments) et des structures cellulaires importantes (soies, flagelles, épines,...). Ces photos et mesures des espèces correspondantes ont été codées et réparties par stations et par date de prélèvement.

A partir de ces données (photos et dessins) une identification plus fine des espèces (hormis les diatomées) a été possible grâce aux travaux de Bourrelly (1984, 1987), Bourrelly et Couté (1986), Capdevielle (1985), Cardinal (1979), Celekl et al (2007), Compère (1972, 1974, 1975), Couté (1979), Couté et Thérézien (1986), Dehbi-Zebboudj (1989), Didem Karacao et al (2004), Franceschini (1991, 1992), Frémy (1930), Iltis (1970, 1980), Iltis et Couté (1984a, 1984b, 1994), Leitão et Couté (2005), Thérézien (1986) et Thi Nguyet et al. (1992).

L'identification des diatomées a été faite grâce aux travaux de Maillard (1978) et en servant de l'atlas des diatomées de Coste (1999).

### **III.2.2.2. Diversité globale**

Selon Magurran (1988) in Ngansoumana (2006), la diversité d'un échantillon ou d'un site à échantillonner peut être étudié par l'emploi de plusieurs méthodes. Celles-ci peuvent être des méthodes univariées (richesse spécifique) ou des méthodes multivariées (analyse factorielle des correspondances).

### **III.2.3. Etude semi quantitative**

#### **III.2.3.1. Chlorophylle « a » indicateur de biomasse et d'eutrophisation**

En raison des erreurs d'évaluation des quantités exactes d'eau filtrée, actuellement il est reconnu, que les prélèvements au filet ne donnent pas une estimation quantitative correcte des peuplements algaux mais en revanche ils permettent d'estimer l'abondance relative des espèces et les taxons dominants qui compose les différentes communautés algales, à travers la méthode semi quantitative de comptage du phytoplancton. Cette méthode utilisée par plusieurs auteurs (Iltis, 1973 ; Franceschini, 1991 ; Benredjeb-Jehani et Romdhane, 2002 et *al.*, 2002 ; Silvano, 2005 ; Ngansoumana, 2006 ; Chomerat et *al.*, 2007) et qui s'avère la plus classique a le désavantage d'être fastidieuse (long examen microscopique) et peu précise (erreurs d'identification et de comptage (IFREMER, 2001 ; AFSSA et AFSSET, 2006).

D'autres méthodes plus rapides existent telles que le calcul du biovolume (Ngansoumana, 2006) et la mesure de la masse de la matière sèche (AFSSA et AFSSET, 2006). Cependant, pour cette dernière méthode, outre le biais lié à la composition spécifique de l'échantillon, l'incertitude liée aux particules minérales ou organiques présentes dans l'échantillon d'eau atténue l'intérêt de cette méthode par rapport au dosage de la chlorophylle « a ».

Pour Balvay et *al.*, (1985) in IFREMER (2001), il n'existe pas de méthode idéale pour l'estimation de la biomasse phytoplanctonique d'un milieu aquatique.

Silvano (2005) estime pour sa part, qu'on peut faire appel à la chlorophylle « a » pour la détermination de la biomasse, étant donné que ce pigment participe de 0,5 à 1% de la matière sèche des organismes du phytoplancton. Par ailleurs, Watson et al (1992) cités par Bacha (2003) considèrent que la concentration en chlorophylle « a » comme estimateur de la biomasse algale est parfois sujet à controverse en raison de la possibilité de la variation de la teneur en pigments des algues d'une manière assez large en fonction des conditions environnementales, ou de la composition spécifique du peuplement..

La croissance algale stimulée par des apports en nutriments (principalement azote et phosphore) peut entraîner à l'eutrophisation du milieu. Wellenweider (1968) cité par IFREMER (2001) avait défini une relation entre les concentrations en chlorophylle et en phosphate dans les lacs et fixé un seuil de phosphate au-delà duquel il y avait eutrophisation.

Dans le document intitulé « NOAA's Estuarine Eutrophication Survey », Bricker et *al.* (1999) se réfèrent pour classer les estuaires américains, aux concentrations maximales en chlorophylle « a » suivantes :

- Eutrophisation faible : < 5µg/l
- Eutrophisation moyenne : 5 à 20µg/l
- Eutrophisation élevée : 20 à 60µg/l
- Hyper-eutrophisation : >60µg/l.

### **III.2.3.2. Oxygène dissous et l'eutrophisation**

Le taux d'oxygène dissous dans une eau détermine directement la nature de l'écosystème aquatique : aérobie et anaérobie seront fonction de ce taux (Bontoux, 1983). Selon Tardat (1992), l'oxygène dissous d'un milieu aquatique constitue un bon indicateur de pollution.

Pour diagnostiquer l'état d'eutrophisation de leurs eaux côtières plusieurs pays européens prennent en compte les teneurs en oxygène dissous et proposent des seuils très souvent en relation avec l'effet d'hypoxie sur la faune (IFREMER, 2001).

Dans le même contexte, Beaupoil et Bomens (1997) ont fixé les seuils suivants :

- Qualité excellente à acceptable : > 5 mg/l.
- Qualité moyenne à médiocre : 3 à 5 mg/l.
- Qualité mauvaise à très mauvaise : 2 à 3 mg/l.
- Hors classe niveau 1 : 1 à 2 mg/l.
- Hors classe niveau 2 : <1 mg/l.

Chapitre IV :

Résultats

## **IV.1. Evolution des paramètres physicochimiques des plans d'eau étudiés au cours du temps**

Afin d'établir l'évolution de chacun des paramètres mesurés au cours de la période d'étude un tableau de données a été construit. (Tableau VIII). Ce tableau, nous a permis de faire les commentaires suivant pour chacun de nos trois milieux concernant les paramètres physicochimiques au cours du temps durant la période de notre travail. Ceci aiderait à connaître les facteurs environnementaux susceptibles de contrôler le développement des algues. Nous avons d'abord mesuré les facteurs : Températures (Air et Eau), Salinité, conductivité, pH, Oxygène dissous et Matières en suspension, ensuite une évaluation des principaux constituants inorganiques des algues (phytoplancton) a été aussi faite, il s'agit des Nitrates ( $\text{NO}_3$ ) qui est une forme d'azote assimilable par les algues et dont l'atome d'azote entre dans la composition des protéines, et des Orthophosphates ( $\text{PO}_4$ ) entrant dans la composition des acides nucléiques.

### **IV.1.1. La lagune Tamelaht**

#### **IV.1.1.1. Températures de l'eau et de l'air**

L'évolution temporelle des températures des eaux de surface mesurées au niveau de la lagune Tamelaht (fig.13), indique que la lagune a toujours connu des températures assez variables. En effet, les valeurs moyennes sont comprises entre  $21,7^\circ\text{C}$  correspondant à la valeur minimale enregistrée au 30 mai et  $27,52^\circ\text{C}$ , valeur maximale enregistrée au 4 septembre. D'après la fig.13, les températures moyennes mesurées au début de la période d'étude ont augmentées de près de  $5^\circ\text{C}$  de la valeur minimale pour atteindre une valeur de  $26,84^\circ\text{C}$  au 24 juin. Les températures ont ensuite diminuées progressivement durant toute la période estivale jusqu'au 6 août en enregistrant une valeur moyenne de l'ordre de  $26,4^\circ\text{C}$ , puis augmentent à nouveau au début d'automne (4 septembre) à la valeur maximale après laquelle elles chutent rapidement à la valeur de  $23,42^\circ\text{C}$  au 9 octobre. La moyenne totale des températures enregistrées au cours de la période d'étude est de l'ordre de  $25,38^\circ\text{C}$ .

Cependant, à partir de ces données (Fig.12) on remarque que le site a connu des différences de plus de  $4^\circ\text{C}$  entre le début et la fin de l'été. La Figure (12-B) montre la présence de trois périodes :

Tableau VIII : Récapitulatif des résultats des paramètres physico-chimiques des eaux de surface des trois plans d'eau durant la période d'étude (Mai-octobre, 2007).  
Les valeurs représentent les Moyennes calculées

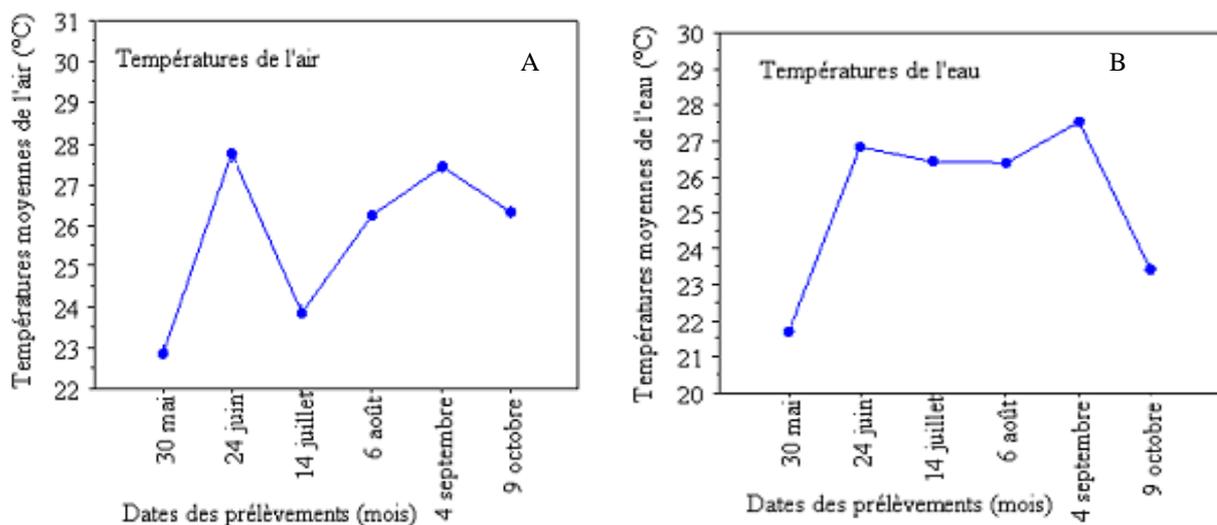
<b>Station 1 : Lagune Tamelaht</b>											
Dates des prélèvements	NP	Températures Air (°C)	Températures Eau (°C)	Salinité (g/l)	Conductivité (µs/cm)	pH	Oxygène dissous (mg/l)	Matières en suspension (mg/l)	Nitrates (mg/l)	Orthophosphates (mg/l)	Chlorophylle a (µg/l)
30 mai	5	22,88	21,7	4,94	5288	8,96	8,36	**	1,17	0,17	**
24 juin	5	27,74	26,84	6,96	7252	8,55	3,44	0,022	8,68	0,17	8,32
14 juillet	5	23,86	26,42	5,06	6080	10,37	5,96	0,018	5,32	0,18	38,66
06 août	5	26,26	26,4	5,94	6620	9,90	5,72	0,023	26,53	2,06	42,43
04 septembre	5	27,42	27,52	6,48	7548	10,14	8,4	0,022	14,02	0,28	26,01
09 octobre	5	26,32	23,42	6,86	8088	9,04	6,9	0,026	29,57	0,27	31,55
Total	30	25,74	25,38	6,04	6812,66	9,49	6,46	0,022	14,22	0,58	29,39
<b>Station 2 : Lac Mézaia</b>											
02 juin	5	24,14	23,92	1,2	732,6	8,61	8,12	**	2,75	0,9	**
26 juin	5	28,92	26,52	1,28	752,8	8,7	7,04	0,004	9,13	0,15	11,07
21 juillet	5	29,12	23,02	1,86	3156	9,10	1,96	0,007	7,04	0,07	33,36
14 août	5	27,26	30,74	1,74	2657,6	8,49	11,22	0,006	12,27	0,16	14,47
10 septembre	5	25,56	25,8	2,02	3172,6	8,80	3,82	0,005	31,13	0,07	32,59
24 octobre	5	21,48	19,58	1,16	767,4	7,91	11,66	0,005	6,74	0,04	12,85
Total	30	26,08	24,93	1,54	1873,16	8,60	7,30	0,005	12,17	0,10	20,87
<b>Station 3 : Embouchure de l'oued Soummam</b>											
05 juin	5	26,22	25,76	3,24	4912	8,86	1,72	**	9,72	0,17	**
01 juillet	5	26,4	29,04	3,92	6344	8,85	4,02	0,033	6,82	0,27	12,77
24 juillet	5	26,02	27,94	3,5	4824	8,96	1,64	0,069	4,89	0,17	9,29
19 août	5	23,62	23,38	2,66	4184	8,81	2,68	0,054	10,28	0,24	27,68
16 septembre	5	26,12	25,18	5,16	7313	8,65	1,22	0,042	6,81	0,11	6,90
26 octobre	5	16,02	19,58	2,48	4102	8,90	8,74	0,145	7,17	0,09	3,55
Total	30	24,06	25,14	3,49	5279,83	8,84	3,33	0,069	7,61	0,18	11,4

NP : Nombre de prélèvements/ sortie

\*\* : Absence de prélèvements

- Période de mai-juin où les températures moyennes ont augmentées de plus de 5°C suite aux évaporations dues aux fortes chaleurs ;
- Période de juin-septembre où les températures sont très proches (peu variables) ;
- Période de septembre à octobre où les températures ont diminuées d'environ 4°C, correspondant à la période des précipitations.

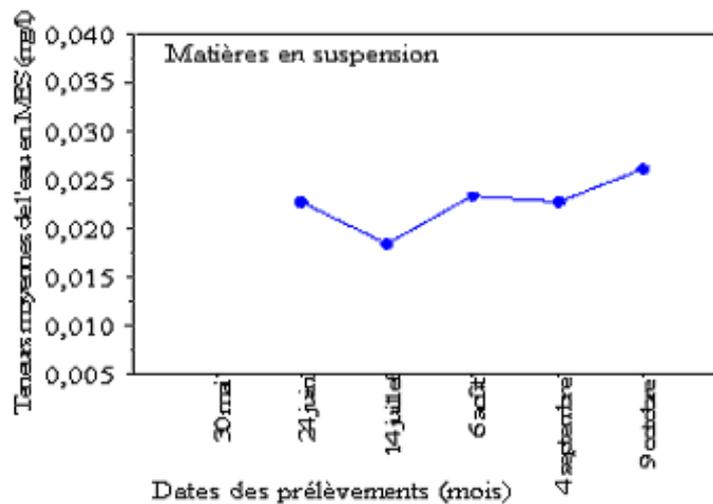
D'après la fig.13, on constate que l'évolution des températures des eaux de surface de cette lagune suit la même tendance que celles de l'air mais avec des valeurs plus basses sauf les mois de juillet, août et septembre.



**Fig. 13** : Evolution des températures moyennes de l'air et de l'eau de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007.

#### IV.1.1.2. M.E.S

Des données sur la transparence de l'eau est montrée par la mesure des matières en suspension (M.E.S) présentes à la surface de l'eau (fig.14). Les valeurs obtenues ne sont pas homogènes sur toute la surface de l'eau et indiquent des différences significatives au cours de la période d'étude. En effet, les teneurs oscillent entre un maximum de transparence avec des teneurs moyennes en MES qui se situent à 0,018mg/l enregistrées au 14 juillet et un minimum de transparence avec des teneurs moyennes en MES de 0,026mg/l enregistrées au 09 octobre. La moyenne totale des MES pour ce plan d'eau enregistrée durant toute la période d'étude est de 0,022 mg/l.



**Fig.14 :** Evolution des teneurs moyennes des matières en suspension des eaux de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007.

#### IV.1.1.3. Nitrates ( $\text{NO}_3$ )

Les concentrations en nitrates ( $\text{NO}_3$ ) de cette station (fig.15-A) ont enregistrées des variations significatives au cours de la période d'étude. Les valeurs de  $\text{NO}_3$  à la surface étaient très faibles au début de l'été, soit 1,17mg/l valeur minimale enregistrée au 30 mai, puis augmentent à 8,68mg/l au 24 juin, après laquelle les teneurs diminuent légèrement jusqu'à une valeur moyenne de 5,32mg/l au 14 juillet, après quoi elles ont augmenté pour atteindre une valeur de 26,53mg/l le 06 août. Le  $\text{NO}_3$  est redescendu à des valeurs près de 14,02 mg/l le 09 septembre puis ont augmenté à nouveau et ce jusqu'au 09 octobre en enregistrant une valeur maximale de 29,57mg/l.

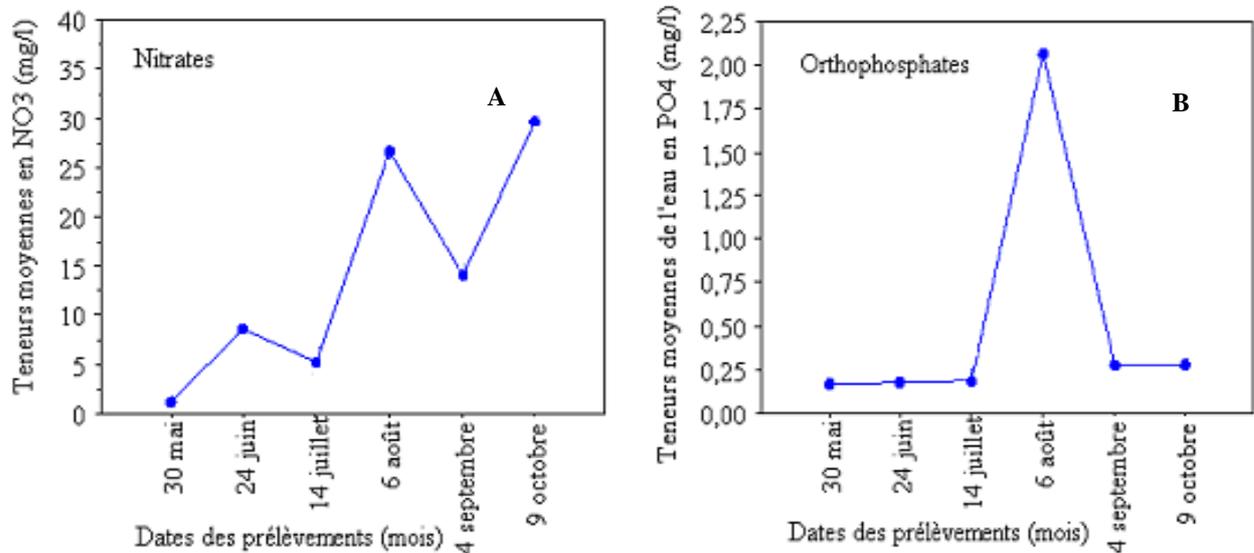
Les teneurs moyennes en  $\text{NO}_3$  enregistrées dans cette station au cours de la période d'étude sont de 14,22mg/l.

#### IV.1.1.4. Orthophosphates ( $\text{PO}_4$ )

Les concentrations en orthophosphates ( $\text{PO}_4$ ) des eaux en surface ne connaissent pas de variabilités significatives, (Fig.15-B). En effet, les teneurs demeurent constantes en début d'été (30mai) avec une valeur de 0,17mg/l correspondant au minimum enregistré et ce jusqu'au 24 juin puis augmentent légèrement à 0,18mg/l le 14 juillet. Elles sont ensuite augmenté et rapidement à 2,06mg/l correspondant au maximum enregistré le 06 août pour décroître enfin progressivement au septembre et octobre jusqu'à une valeur de

0,27mg/l au 09 octobre.

Signalons que, les concentrations moyennes mesurées durant toute la période d'étude s'évaluent à 0,58mg/l.

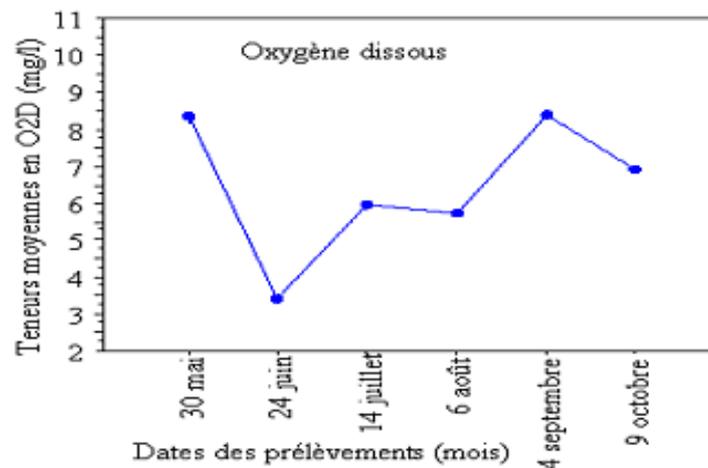


**Fig.15** : Evolution des Nitrates et Orthophosphates des eaux de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007

#### IV.1.1.5. Oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous des eaux de surface de la lagune Tamelaht sont représentées sur la Fig.16. Les teneurs sont passées d'une valeur de 8,36 mg/l enregistrée le 30 mai à une valeur minimale de 3,44mg/l le 24 juin puis un premier pic est apparu le 14 juillet avec une valeur de 5,96 mg/l. Elles ont ensuite connu une légère diminution pour se maintenir à 5,72 mg/l le 06 août. Un second pic a été observé le 04 septembre avec 8,4 mg/l correspondant à la valeur maximale. Enfin les valeurs ont diminué pour se maintenir à 6,9 mg/l le 09 octobre.

La valeur moyenne enregistrée pour l'oxygène dissous pour toute la période d'étude est de l'ordre de 6,46 mg/l.



**Fig.16:** Evolution des teneurs moyennes en Oxygène dissous des eaux de la lagune Tamehlaht entre la période mai-octobre, 2007.

#### IV.1.1.6. Salinité

Les eaux de surface la station Tamehlaht sont caractérisées par une forte salinité. D'après la fig.17-A, la salinité a augmenté du 30 mai au 24 juin, de 4,94 g/l jusqu'à 6,96 g/l, correspondant respectivement aux valeurs minimales et maximales. Les concentrations diminuent ensuite à une valeur de l'ordre de 5,06g/l le 14 juillet, puis elles augmentent à nouveau progressivement jusqu'à atteindre une valeur moyenne de 6,86g/l le 09 octobre.

La salinité moyenne enregistrée pour toute la période d'étude est de 6,04g/l.

#### IV.1.1.7. Conductivité

Les données de conductivité de la lagune Tamehlaht (fig.17-B) révèlent que la charge ionique des eaux de surface est élevée. Les valeurs varient entre un maximum de 8088 $\mu$ s/cm enregistré le 09 octobre et un minimum de 5288  $\mu$ s/cm enregistré le 30 mai. La conductivité moyenne mesurée pour toute la période d'étude est de 6812,67  $\mu$ s/cm

La fig.17-B, montre que la conductivité moyenne de cette station suit relativement la même évolution que la salinité.

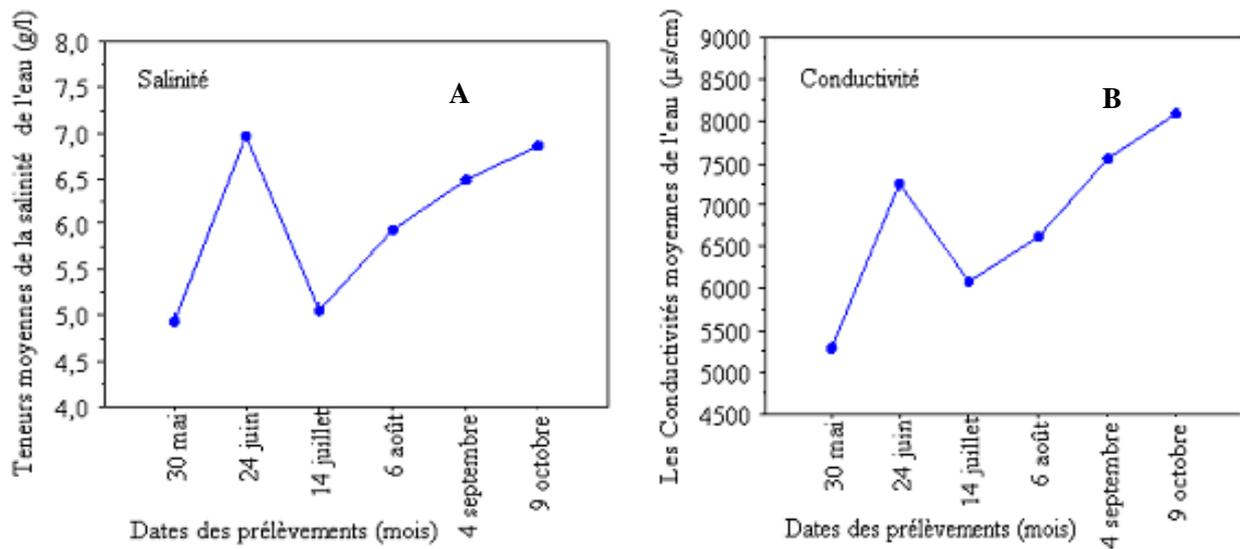


Fig.17 : Evolution des salinités et des conductivités moyennes des eaux de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007.

IV.1.1.8. pH.

Le potentiel hydrogène moyen relevé au cours de la période d'étude (fig.18) indique que les eaux de surface de la lagune Tamelaht sont de nature alcaline. Les données enregistrées montrent peu de variabilité de ce paramètre. En effet, les valeurs varient entre un maximum d'alcalinité de l'ordre de 10,37 unité pH enregistré au 14 juillet et un minimum d'alcalinité de 8,55 unité pH enregistré au 24 juin. Cependant, le pH moyen enregistré pour toute la période d'étude s'évalue à 9,49.

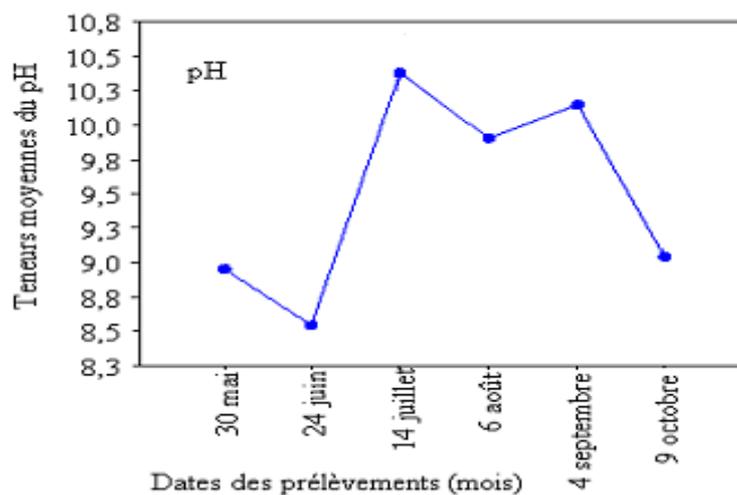
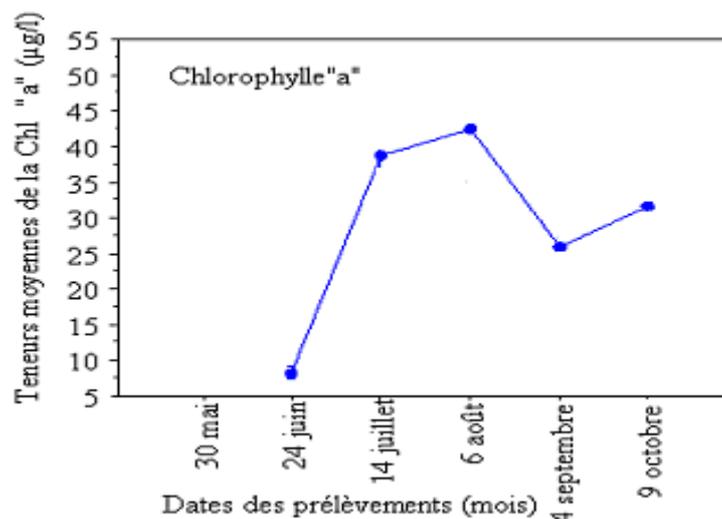


Fig.18 : Evolution du pH moyen des eaux de la lagune Tamelaht entre la période mai-octobre, 2007.

#### IV.1.1.9. Chlorophylle « a »

La variabilité de la chlorophylle « a » des eaux de surface de la lagune Tamehlaht est indiquée sur la fig.19. En effet, la concentration en chlorophylle « a » a enregistré un minimum en mois de juin (24 juin) correspondant à 8,32  $\mu\text{g/l}$ , puis a augmentée rapidement le 14 juillet à une valeur de 38,66  $\mu\text{g/l}$  pour atteindre une valeur maximale de 42,43  $\mu\text{g/l}$  le 06 août. Les teneurs en chlorophylle « a » ont ensuite subi une décroissance à partir du 06 août pour atteindre une valeur de 26,01  $\mu\text{g/l}$  le 04 septembre, date à partir de laquelle elles ont augmenté de nouveau à une valeur de 31,55  $\mu\text{g/l}$ .

Les teneurs moyennes en chlorophylle « a » révélées pour cette station durant toute la période d'étude est de 29,39  $\mu\text{g/l}$ ,



**Fig.19** : Evolution des teneurs moyennes de la Chlorophylle « a » dans les eaux de la lagune Tamehlaht entre la période mai-octobre, 2007

#### IV.1.2. Le lac Mézaia

##### IV.1.2.1. Températures moyennes de l'air et de l'eau

Au lac Mézaia, les données des températures des eaux de surfaces (fig.20) mesurées pendant la période d'étude mai-octobre de l'année 2007, montrent que les eaux de cette station ont des températures moyennes qui varient de 23,02°C à 26,52°C de la période du 02 juin au 21 juillet, à partir de laquelle les températures de l'eau ont augmenté de

plus de 4°C pour atteindre la valeur maximale de 30,74 au 14 août, puis diminuent ensuite progressivement jusqu'à une valeur minimale de 19,58°C enregistrée le 24 octobre. La moyenne des températures enregistrées pour toute la période d'étude est de 24,93 °C.

D'après la fig.20, on constate que les températures moyennes de l'eau suivent intimement la même évolution que celle des températures moyennes de l'air. En général, elles sont inférieures à celles de l'air exception faite aux mois d'août et septembre où les températures de l'eau dépassant celles de l'air de quelques degrés.

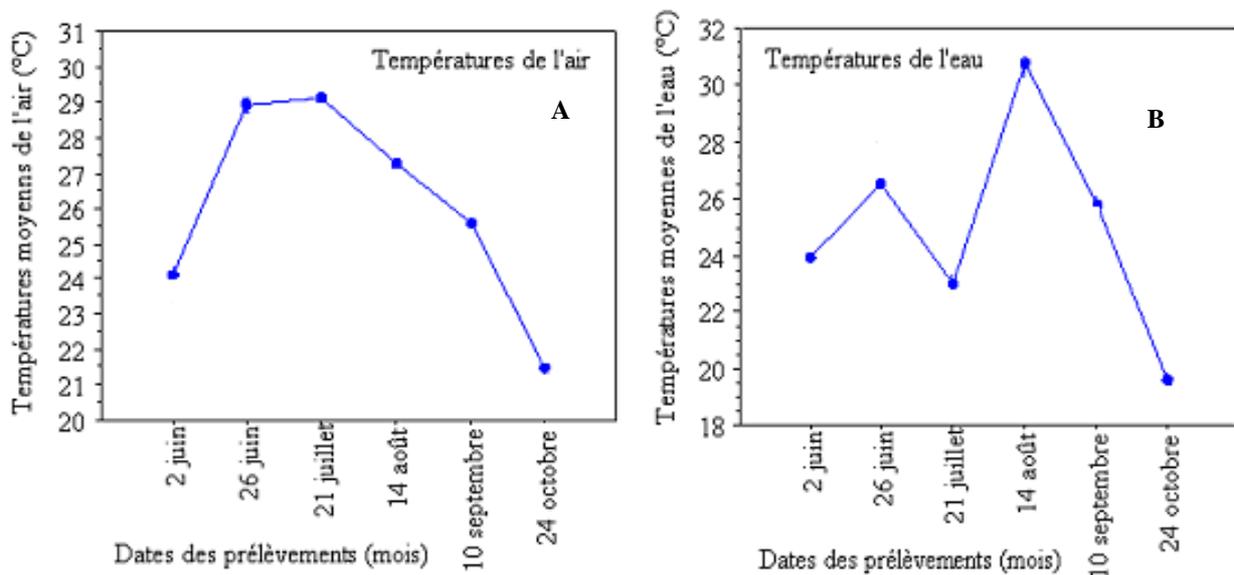
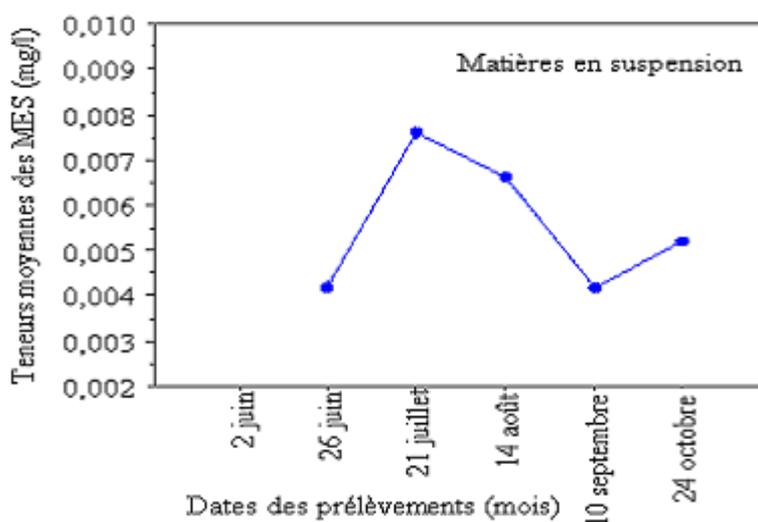


Fig.20 : Evolution des températures moyennes de l'air et de l'eau du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007.

IV.1.2.2. M.E.S

Les teneurs en matières en suspension de ce plan d'eau (fig.21) montrent de faibles variations au cours du temps. Les valeurs qui étaient 0,004 mg/l correspondant au minimum enregistré le 26 juin ont augmenté à 0,007 mg/l le 21 juillet correspondant au maximum enregistré pour cette période d'étude pour décroître progressivement jusqu'à une valeur de 0,004 mg/l le 10 septembre et enfin augmente légèrement une seconde fois pour atteindre une valeur de 0,005 mg/l enregistrée le 24 octobre.

Cependant les teneurs moyennes révélés pour ce plan d'eau durant toute la période d'étude sont de 0,007 mg/l.



**Fig.21 :** Evolution des teneurs moyennes des matières en suspension des eaux du lac Mézaïa entre la période juin-octobre, 2007.

#### IV.1.2.3. Nitrates

Les données obtenues sur les nitrates (fig.22-A), indiquent que le lac Mézaïa a connu des apports assez variables au cours de la période d'étude. En effet, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_3$  enregistrées près de la surface étaient en croissance continue pendant le début d'été, soit une augmentation à partir d'une valeur de 2,75 mg/l correspondant au minimum enregistré au 02 juin jusqu'à une valeur de 9,13 mg/l enregistrée le 26 juin. Ces teneurs diminuent le 21 juillet à 7,04mg/l puis augmentent légèrement à 12,27 mg/l vers la fin de l'été (14 août). La teneur moyenne en  $\text{NO}_3$  a ensuite augmentée rapidement à une valeur maximale de 31,13 mg/l le 10 septembre. Les concentrations en  $\text{NO}_3$ , ont ensuite chuté à une valeur de 6,74mg/l le 24 octobre.

La teneur moyenne en  $\text{NO}_3$  enregistrée pour toute la période d'étude est de 11,51 mg/l.

#### IV.1.2.4. Orthophosphates

Les concentrations en orthophosphates ( $\text{PO}_4$ ) (fig.22-B) des eaux de surface de cette station étaient très faibles mais relativement très variables au cours de la période d'étude. En effet, les teneurs ont connu de légères variations du 02 au 26 juin en passant de 0,09 mg/l à 0,12mg/l suivis d'une diminution progressive jusqu'au 21 juillet en atteignant une valeur moyenne de 0,08 mg/l, puis augmentent à nouveau à 0,13 mg/l ce qui correspond à la valeur moyenne maximale enregistrée pendant cette période d'étude

enregistrée au 14 août. Les concentrations des eaux en  $\text{PO}_4$  ont par la suite diminuées progressivement jusqu'à une valeur de 0,04 mg/l au 24 octobre.

Cependant, les teneurs moyennes en  $\text{PO}_4$  enregistrées pour toute la période d'étude sont de 0,09 mg/l.

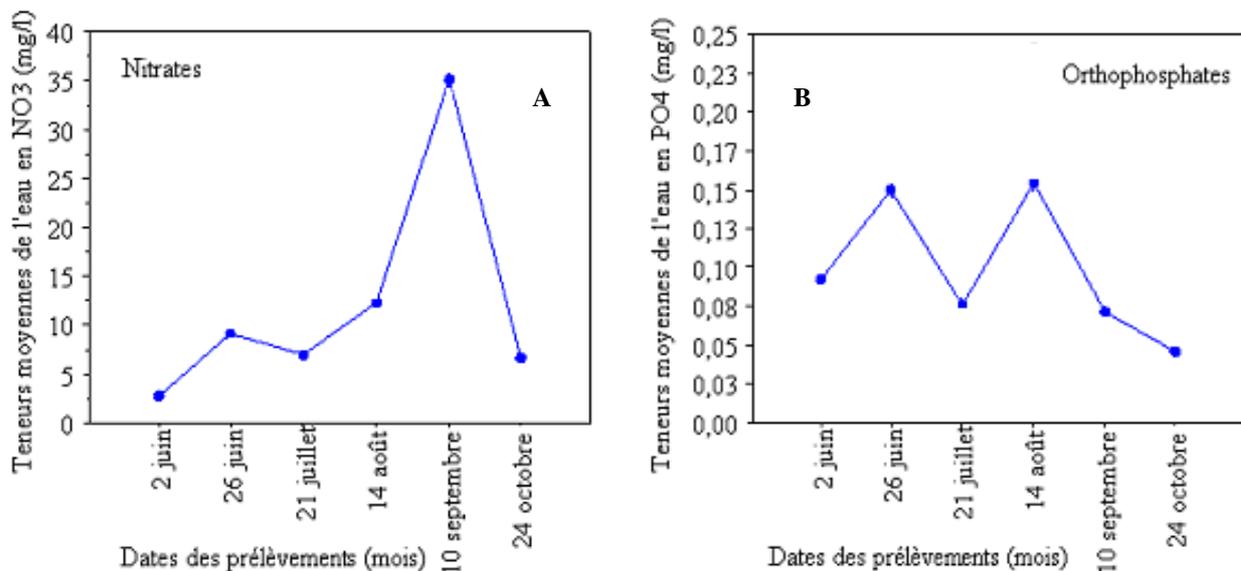
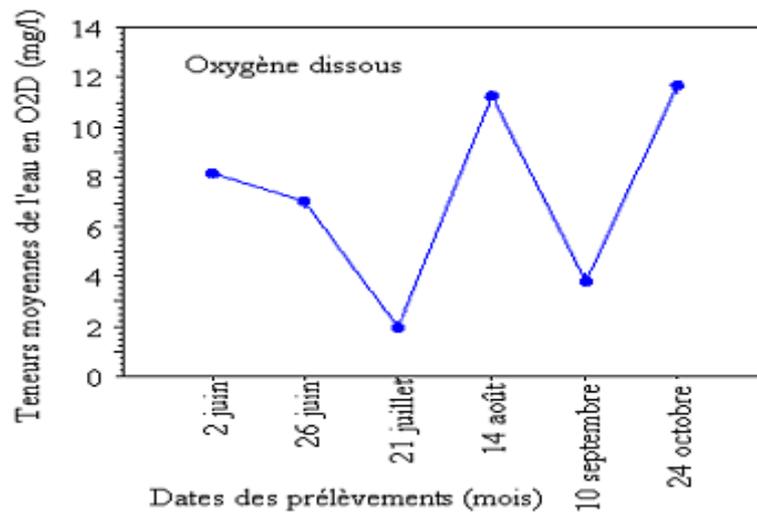


Fig.22 : Evolution des teneurs moyennes des Nitrates et des Orthophosphates des eaux du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007.

#### IV.1.2.5. Oxygène dissous

Au lac Mézaia, les données obtenues sur ce paramètre (fig.23), révèlent des variations considérables au cours de la période d'étude. En effet, les teneurs moyennes en oxygène dissous de ce plan d'eau étaient presque stables du 02 au 26 juin avec des valeurs respectives de 8,12mg/l et 7,04 mg/l correspondant à un niveau d'oxygénation excellent à acceptable ( $\text{O}_2 > 5\text{mg/l}$ ), puis diminuent rapidement jusqu'au 21 juillet en enregistrant une valeur minimale de 1,96 mg/l. Les teneurs moyennes en oxygène dissous ont ensuite augmentées à 11,22 mg/l vers la fin de l'été (14 août) puis elles ont diminuées une seconde fois au 10 septembre en enregistrant une valeur de 3,82mg/l correspondant à un niveau d'oxygénation moyen à médiocre ( $\text{O}_2 = 3 \text{ à } 5 \text{ mg/l}$ ) avant d'atteindre sa valeur maximale de 11,66mg/l le 24 octobre.

Les concentrations moyennes en oxygène dissous enregistrées pour toute la période d'étude sont de 7,3 mg/l.



**Figure.23** : Evolution de l'oxygène dissous des eaux du lac Mézaia entre la période d'étude juin-octobre, 2007.

#### IV.1.2.6. La salinité

Les teneurs en chlorures de sodium mesurées dans le lac Mézaia (fig.24-A), indiquent que ses eaux sont de nature légèrement salées. En effet, les teneurs sont comprises entre une valeur moyenne minimale de l'ordre de 1,16g/l enregistré au 02 juin et une valeur moyenne maximale de 2,02 g/l enregistré le 10 septembre. La valeur de la salinité moyenne révélée pour toute la période d'étude est de l'ordre de 1,54g/l.

Les fortes teneurs de la salinité enregistrées au cours de cette période d'étude peuvent être expliquées par l'évaporation qui coïncide avec les fortes températures enregistrées et les faibles teneurs par des apports d'eau par les précipitations et la sédimentation des sels à cause de l'absence (ou faible) de turbulence des eaux.

#### IV.1.2.7. La conductivité

Les données de la conductivité des eaux de surface de ce lac (fig.24-B), montrent une grande variabilité. La charge ionique moyenne retrouvée était presque stable du 02 au 26 juin en enregistrant respectivement des valeurs de 732 $\mu$ s/cm (valeur minimale) et 752,8 $\mu$ s/cm. La conductivité augmente ensuite brusquement à une valeur de 3156 $\mu$ s/cm le 21 juillet, puis diminue légèrement à 2657,6 $\mu$ s/cm au 14 août et augmente une seconde fois à une valeur maximale de 3172,6  $\mu$ s/cm enregistrée le 10 septembre. Enfin elle diminue encore pour atteindre 767,4  $\mu$ s/cm le 24 octobre.

Par ailleurs, la conductivité moyenne enregistrée pour toute la période d'étude est de 1873,17 $\mu$ s/cm. En Comparant la fig.24-A et fig.24-B, on constate que l'évolution de la conductivité suit à peu près celle de la salinité.

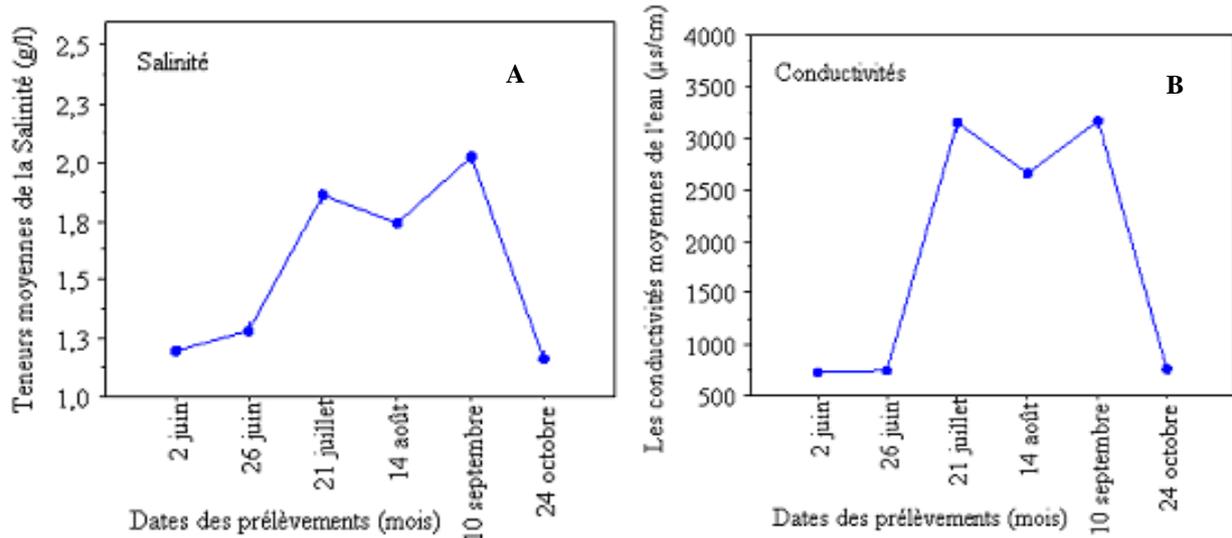


Fig.24 : Evolution des salinités et des conductivités moyennes des eaux de surface du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007.

#### IV.1.2.8. Le pH

Les valeurs du potentiel hydrogène des eaux de surface de cette station (fig.25), indiquent que ses eaux sont de nature alcaline.

Le pH était presque stable durant toute la période d'étude. Le maximum enregistré est de 9,1 le 21 juillet et un minimum de 7,91 au 24 octobre. Par ailleurs, le pH moyen enregistré pour toute la période d'étude est de 8,60.

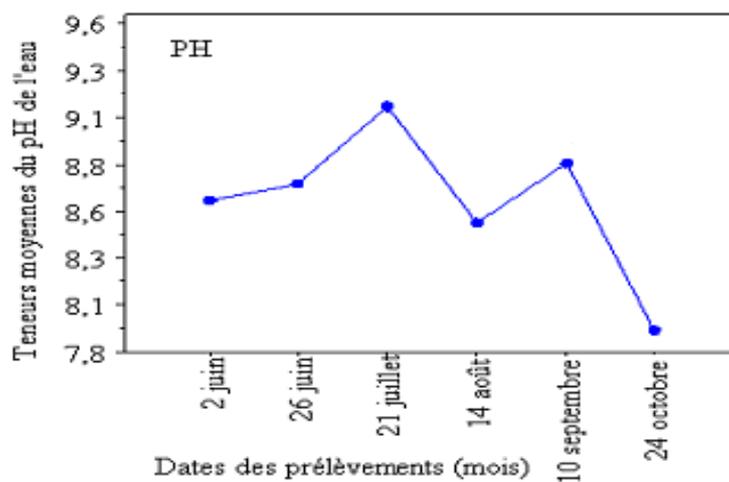


Fig.25 : Evolution du pH moyen des eaux de surface du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007.

#### IV.1.2.9. Chlorophylle « a »

Les concentrations en chlorophylle « a » mesurées (Fig.26) sont peu élevées mais très variables. La chlorophylle « a » enregistrée au début de la campagne d'échantillonnage (24 juin) était de 11,07  $\mu\text{g/l}$  correspondant à la valeur moyenne minimale obtenue puis un premier pic a été observé le 21 juillet où les teneurs en chlorophylle « a » ont enregistré une valeur maximale de 33,36  $\mu\text{g/l}$  et un deuxième au pic le 10 septembre avec une valeur de 32,59  $\mu\text{g/l}$ .

Les fortes teneurs enregistrées pour ce plan d'eau durant les mois d'août et septembre sont dues à une floraison de phytoplancton notamment les cyanobactéries et les chlorophycées.

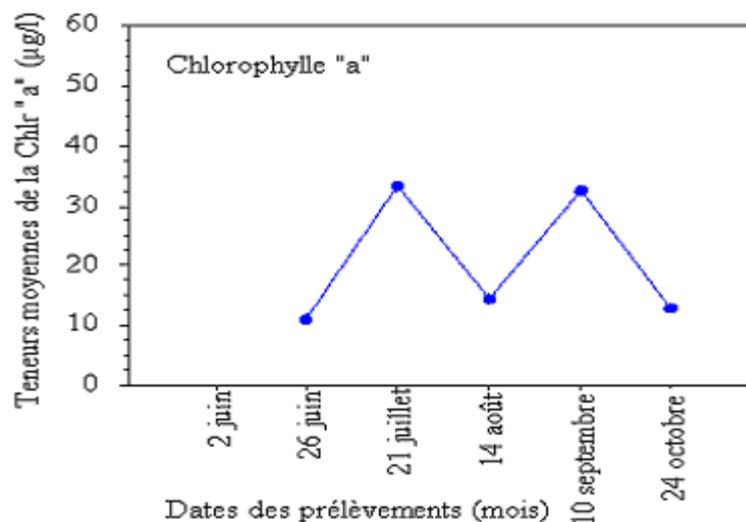


Fig.26 : Evolution des teneurs moyennes de la Chlorophylle « a » dans les eaux du lac Mézaia entre la période juin-octobre, 2007.

#### IV.1.3. Embouchure de l'Oued Soummam

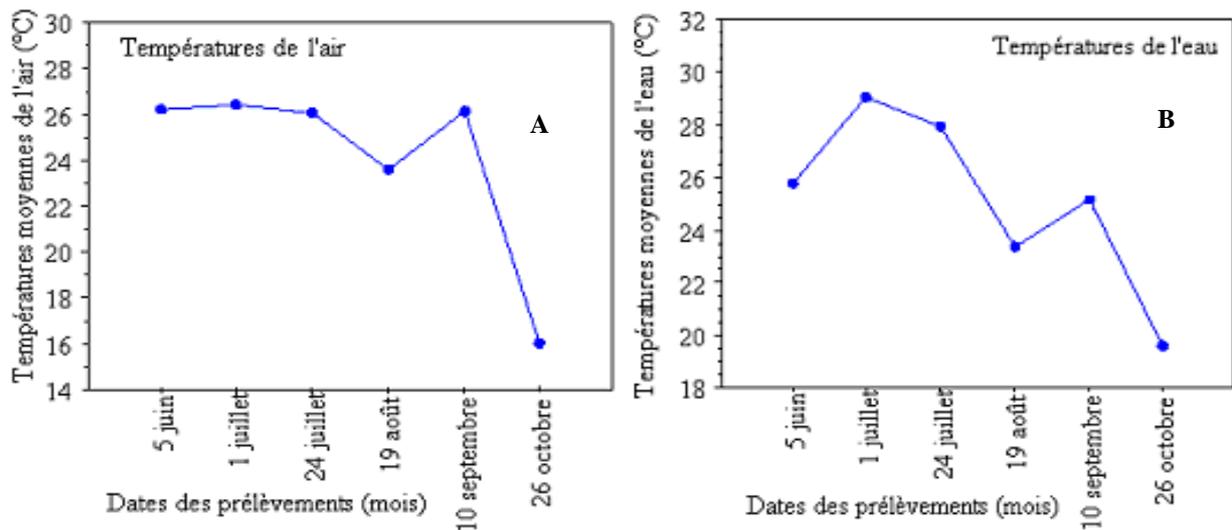
##### IV.1.3.1. Températures moyennes de l'air et de l'eau

Lors de la période d'étude (juin-octobre, 2007), les données sur les températures moyennes de l'eau de ce cours d'eau (fig.27-A), indiquent une instabilité de son évolution. En effet, les températures moyennes qui étaient au 5 juin à une valeur de 25,76°C sont passées à 29,04°C, correspondant à la valeur maximale enregistrée au 01 juillet, elles diminuent progressivement du 24 juillet au 19 août atteignant 23,38°C, elles augmentent à nouveau

légèrement le 16 septembre à 25,18°C avant de décroître à une valeur minimale de 19,58 °C au 26 octobre.

La température moyenne mesurée pour toute la période d'étude est de 25,14°C.

D'après la fig.27, on constate que les températures de l'eau à la surface suivent presque la même évolution que celles de l'air et les valeurs obtenues sont en général légèrement inférieures.

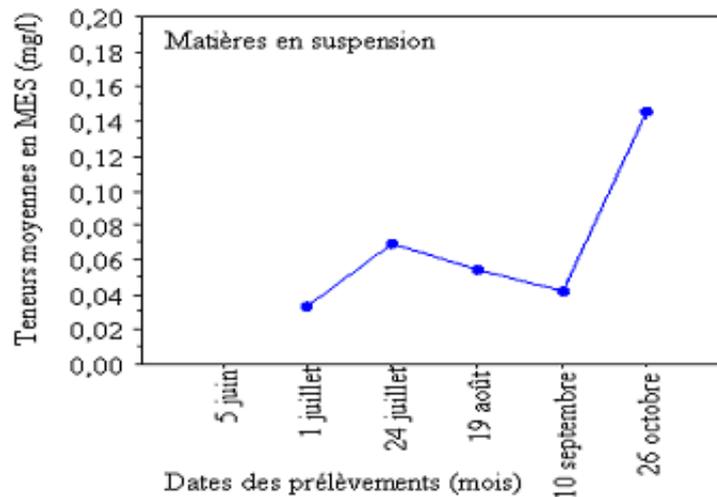


**Fig.27** : Evolution des températures moyennes de l'air et de l'eau de l'embouchure de l'Oued Soummam au cours entre la période juin-octobre, 2007.

#### IV.1.3.2. M.E.S

La faible transparence des eaux de surface de ce cours d'eau, révélées par la mesure des matières en suspension présentes, indique que ses eaux sont très chargées (fig.28). Les valeurs varient entre un maximum de transparence obtenue au 01 juillet avec des teneurs moyennes en matières en suspension de l'ordre de 0,033 mg/l et un minimum de transparence enregistré au 26 octobre avec des teneurs moyennes en matières en suspension de 0,145 mg/l.

Cependant, la teneur moyenne totale en matière en suspension enregistrée pour ce plan d'eau durant toute la période d'étude s'évalue à 0,069mg/l.



**Fig.28 :** Evolution des teneurs en matières en suspension (MES) des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007.

### VI.1.3.3. Nitrates

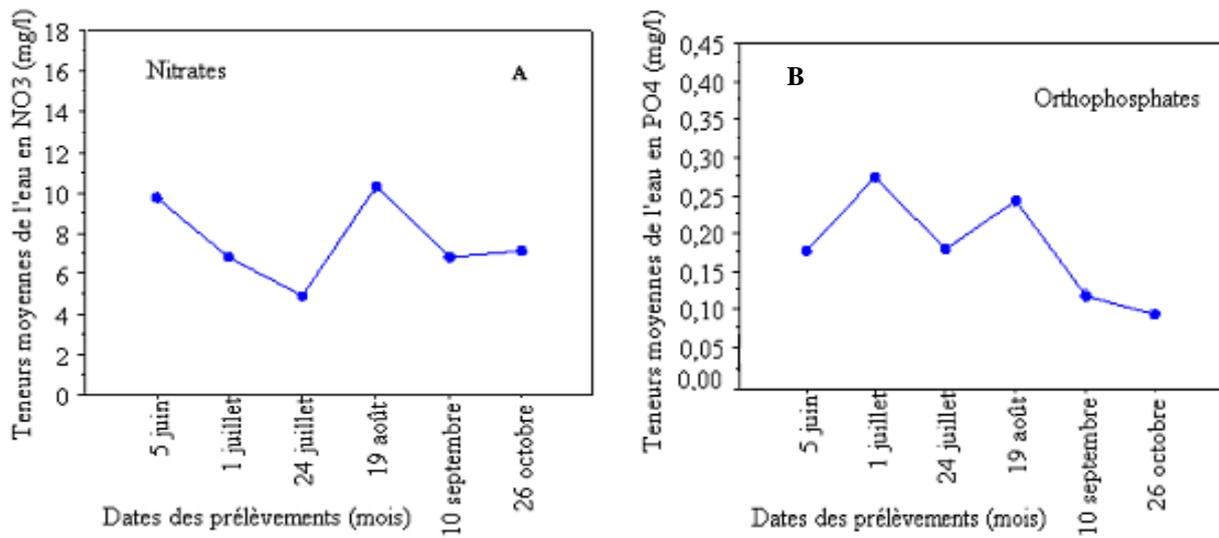
Les teneurs en nitrates représentées sur la fig.29-A, diminuent progressivement du 05 juin au 24 juillet de la valeur initiale qui est de 9,72 mg/l jusqu'à atteindre une valeur minimale de 4,89 mg/l, ensuite elles augmentent à une valeur maximale de 10,28 mg/l le 19 août. Les concentrations décroissent par la suite le 16 septembre à une valeur de 6,81 mg/l puis augmentent légèrement une seconde fois à 7,61 mg/l le 26 octobre.

La teneur moyenne en  $\text{NO}_3$  enregistrée pendant toute la période d'étude est de 7,17 mg/l.

### VI.1.3.4. Orthophosphates

Les données en  $\text{PO}_4$  illustrées dans la figure (29-B) indiquent que cet élément est variable au cours du temps. Les concentrations en orthophosphates qui étaient le 05 juin à une valeur de 0,17 mg/l ont augmenté à une valeur maximale de 0,27 mg/l le 01 juillet. Le  $\text{PO}_4$  diminue par la suite à 0,17mg/l le 24 juillet, augmente à 0,24mg/l le mois suivant puis diminue graduellement jusqu'à atteindre une valeur de 0,09 mg/l le 26 octobre.

La valeur moyenne en  $\text{PO}_4$  des eaux de surface de ce cours d'eau étant de 0,18 mg/l.

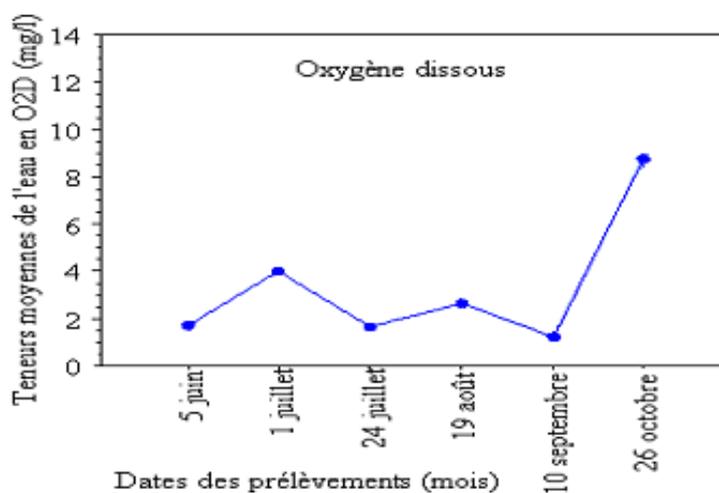


**Fig.29 :** Evolution des teneurs moyennes en Nitrates et Orthophosphates des eaux de surface de l’embouchure de l’oued Soummam entre la période mai-octobre, 2007.

**VI.1.3.5. Oxygène dissous**

Comme la montre la fig.30, les mesures faites dans cette station donnent des valeurs très basses en oxygène dissous en comparaison avec les deux précédents milieux et variables entre le début de l’été et l’automne. Les concentrations varient d’un minimum d’oxygénation de 1,22mg/l enregistré le 16 septembre et un maximum d’oxygénation de 8,74 enregistré le 26 octobre.

Cependant la teneur moyenne totale en oxygène dissous pour toute la période juin-octobre est de 3,33 mg/l.



**Fig.30:** Evolution des teneurs moyennes en oxygène dissous des eaux de surface de l’embouchure de l’oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007.

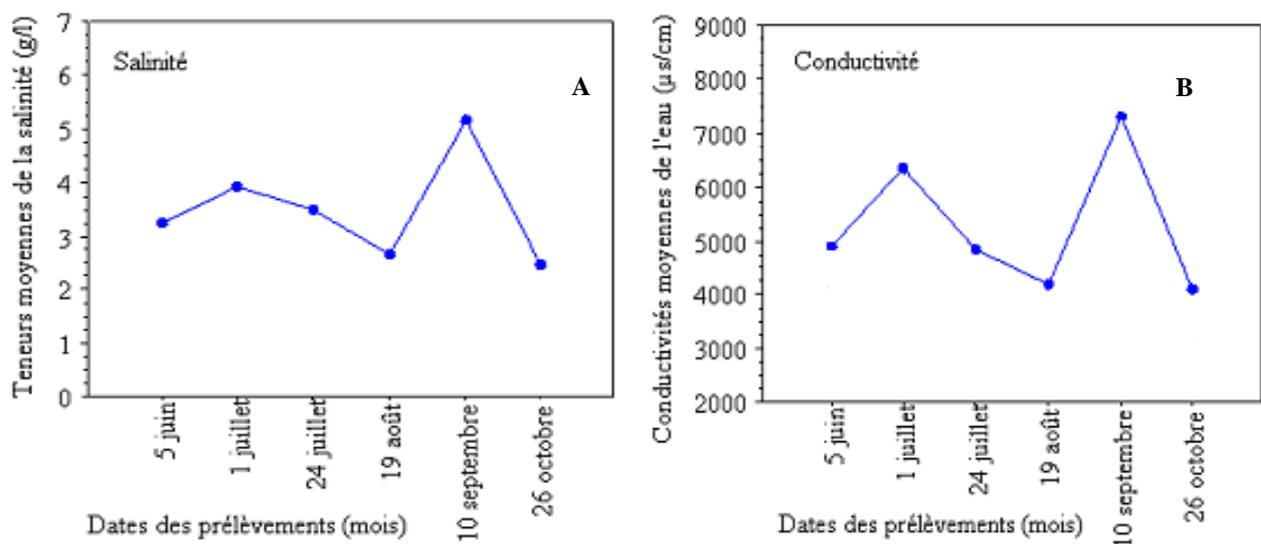
### VI.1.3.6. Salinité

Les résultats sur la salinité des eaux de surface de cette station (fig.31-A), indiquent une salinité élevée des eaux mais peu variable au cours du temps. En effet, la salinité a observée une légère augmentation du 05 juin au 01 juillet de sa valeur initiale qui est de 3,24 g/l jusqu'à une valeur de 3,92 g/l, à partir de cette date, elle diminue progressivement pour atteindre une valeur de 2,66 g/l au 19 août puis augmente à une valeur maximale de 5,16 g/l le 16 septembre avant de subir une décroissance le 26 octobre à une valeur minimale de 2,48 g/l.

Les eaux de ce cours d'eau ont une salinité moyenne de 3,49 g/l et elle dépend directement des eaux fortement salées provenant de l'amont (Bacha, 2003) et du contact de ses eaux avec celles de la mer.

### VI.1.3.7. Conductivité

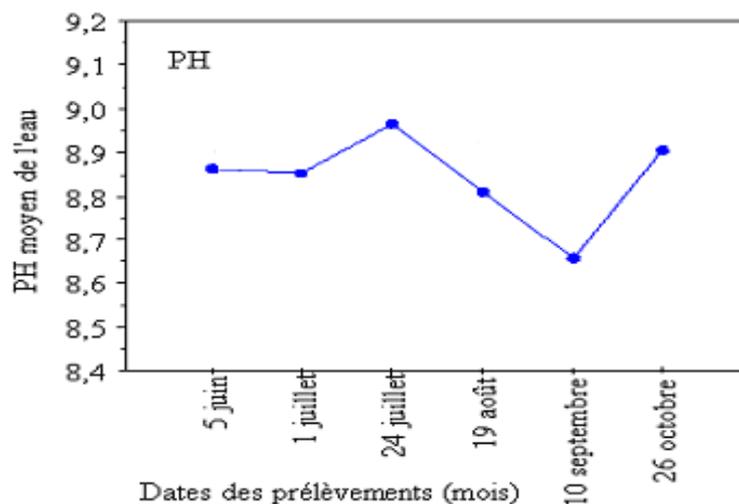
Les données obtenues sur les conductivités de cette station (fig.31-B), traduisent une charge ionique élevée. Les valeurs varient entre un minimum de conductivité de 4102  $\mu\text{s}/\text{cm}$  enregistré au 26 octobre et un maximum de conductivité de l'ordre de 7313  $\mu\text{s}/\text{cm}$  enregistré le 16 septembre avec une moyenne totale de 5279,83  $\mu\text{s}/\text{cm}$  pour toute la période d'étude. D'après la fig.31, on constate que la conductivité de ce cours d'eau suit la même évolution que la salinité et les faibles teneurs enregistrées en cette période d'étude coïncident avec les fortes pluies qui ont dû provoquer des dilutions importantes des eaux.



**Fig.31** : Evolution des teneurs moyennes des salinités et des conductivités des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007

### VI.1.3.8. pH

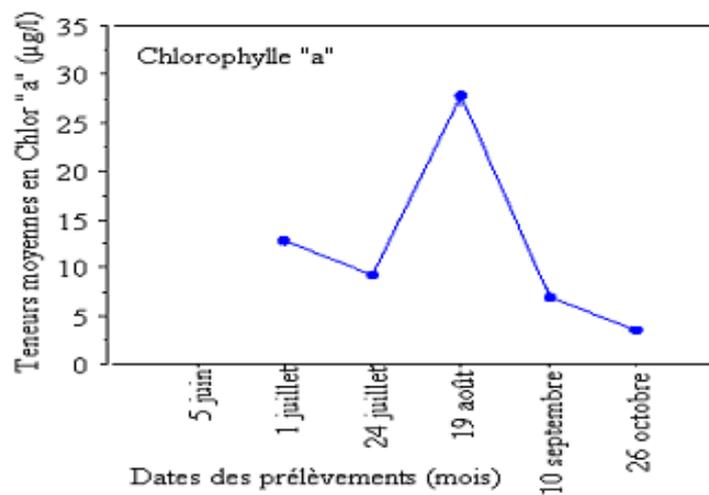
Les mesures du potentiel hydrogène des eaux de surface de cette station (fig.32), indiquent que ses eaux sont de nature alcaline et présentant un pH moyen total de 8,84. En effet, le pH moyen qui était à une valeur de 8,86 au 05 juin, diminue légèrement le 01 juillet à 8,85 puis augmente à 8,96 le 24 juillet correspondant à la valeur moyenne maximale. A partir de cette date, le potentiel hydrogène décroît progressivement et ce-ci jusqu'au 16 septembre pour enregistrer une valeur de 8,65 unité pH correspondant à la valeur minimale obtenue pour cette période avant d'augmenter à 8,90 le 26 octobre. Par ailleurs, le pH moyen enregistré pour toute la période d'étude est de 8,84.



**Fig.32 :** Evolution du potentiel hydrogène des eaux de surface de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007.

### VI.1.3.9. Chlorophylle « a »

Pour ce cours d'eau, les teneurs en chlorophylle « a » sont indiquées sur la fig.33. Les concentrations étaient de 12,77 $\mu$ g/l au début du mois de juillet, puis ont diminué à 9,29 $\mu$ g/l le 24 juillet avant d'atteindre une valeur maximale de 27,68 $\mu$ g/l le 19 août. A partir de cette date, les teneurs en chlorophylle « a » ont ensuite chuté progressivement jusqu'à une valeur minimale de 3,55 $\mu$ g/l le 26 octobre. Cependant, la teneur en chlorophylle « a » moyenne totale enregistrée est de 11,48 $\mu$ g/l.



**Fig.33** : Evolution des teneurs moyennes en Chlorophylle « a » dans les eaux de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007.

#### IV.2. Inventaire taxinomique des communautés algales

La détermination de la qualité biologique des milieux aquatiques s'appuie, le plus souvent, sur la présence d'organismes qualifiés d'indicateurs d'un type de pollution ou sur l'absence de certains autres plus sensibles (Coste, 1978) in Dehbi (1989). ; Arfi et al (1981)). Parmi ces organismes figurent les algues, qui sont utilisées pour évaluer la qualité des eaux (Hosmani et Bharati, 1982 ; Douterelo et al, 2004 ; Couté, 1990).

Pour que cette recherche soit utile, un inventaire systématique aussi rigoureux que possible devait être établi. Ainsi Nous avons donc dû en premier temps, cerner l'aspect systématique des milieux retenus, de mettre en évidence leurs richesses et diversités spécifiques ensuite de mettre l'accent sur la présence des cyanobactéries potentiellement toxiques et d'évaluer le degré de leur présence.

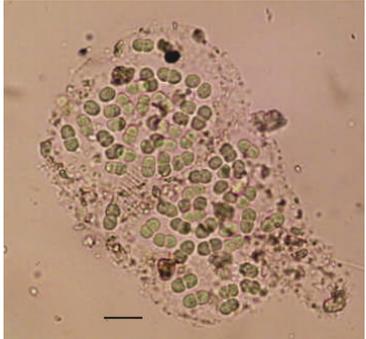
Ainsi, de la période mai-octobre 2007, nous avons examiné 90 échantillons et avons pu déterminer 161 taxons (diatomées incluses) appartenant à 68 genres et réparties dans les embranchements suivants : Schizphyta, Euglenophyta, Pyrrophyta, Chromophyta et Chlorophyta. Parmi ces taxons, 112 ont pu être identifiés au niveau de l'espèce et 49 au niveau du genre seulement.

Pour l'ensemble des algues inventoriées, nous avons adopté la classification établie par Bourrelly dans ses trois ouvrages (1966, 1970,1981).

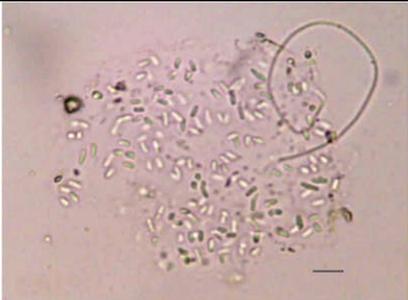
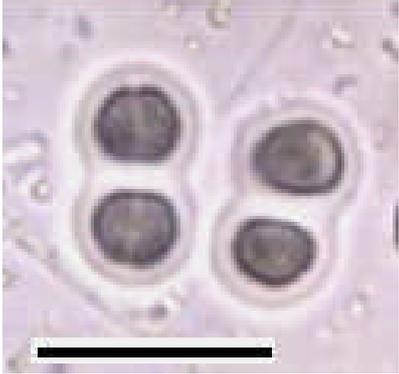
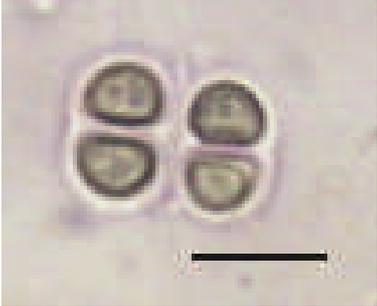
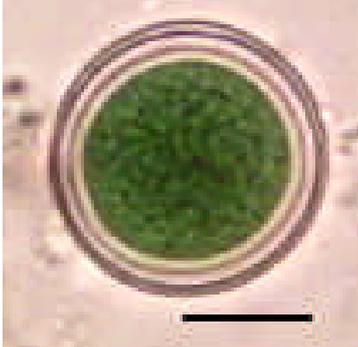
Une identification plus fine des espèces a été possible grâce aux travaux de Bourrelly (1984,1987), Bourrelly et Couté (1986), Capdevielle (1985), Cardinal (1979), Celekl et al (2007), Compère (1972,1974,1975), Couté (1979), Couté et Thérézien (1986), Dehbi-Zebboudj (1989), Didem Karacao et al (2004), Franceschini (1991,1992), Frémy (1930), Iltis (1970,1980), Iltis et Couté (1984a, 1984b, 1994), Leitão et Couté (2005), Thérézien (1986) et Thi Nguyet et *al.* (1992).

L'identification des Diatomophyceae a été faite grâce aux travaux de Maillard (1978) et en servant de l'atlas des diatomées de Coste (1999)

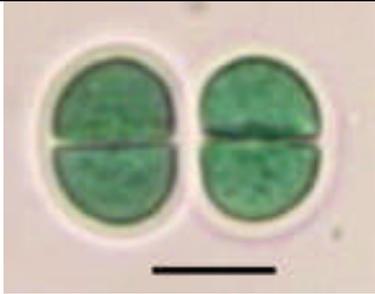
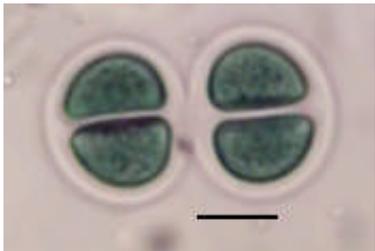
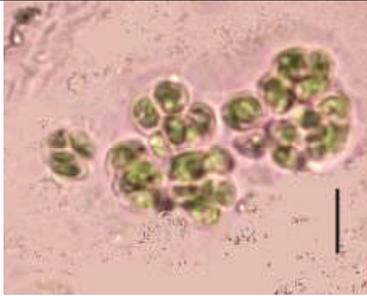
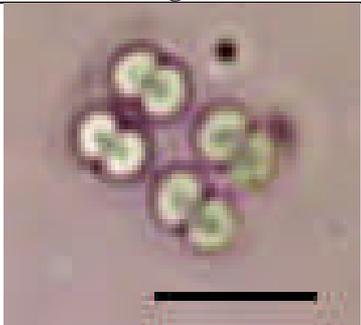
Pour chaque taxon étudié, nous avons fournis le groupe taxinomique auquel il appartient, la description des formes, les dimensions du thalle et des structures cellulaires, la distribution géographique ainsi que leur présence dans le milieu de récolte avec 161 photos et dessins (figures).

<b>EMBRANCHEMENT : SCHIZOPHYTA</b> <b>CLASSE : CYANOPHYCEAE</b> <b>FAMILLE CHROOCOCCACEAE</b>	
<p><b><i>Aphanocapsa pulchra</i> (Kütz.) Rabenh.</b></p> <p>Cellules sphériques de 3 à 4 µm de diamètre lâchement réunies en colonies mucilagineuses amorphes ; fixées sur divers objets flottants.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.1</b></p>
<p><b><i>Aphanocapsa</i> sp.</b></p> <p>Cellules sphériques, ou ellipsoïdales, épaisses de 3 à 4µm, à contenu verdâtre, finement granuleux, thalle formé de colonies non agrégées très dispersées.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.2</b></p>
<p><b><i>Aphanothece castagnei</i> ( Bréb.) Rabenh.</b></p> <p>Colonies mucilagineuses, amorphes fixées sur les pierres des bords des lacs ; cellules de 3,5 à 6,5 µm de longueur sur 4 à 5µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.3</b></p>
<p><b><i>Aphanothece microscopica</i> Näg.</b></p> <p>Cellules oblongues à sphériques de 3 à 4µm de largeur et 5 à 8µm de longueur formant un thalle amorphe.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.4</b></p>

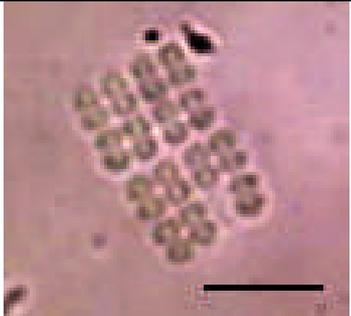
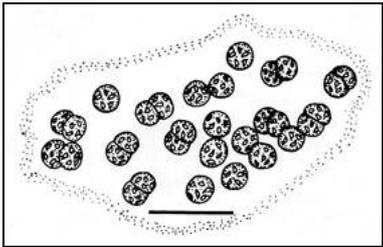
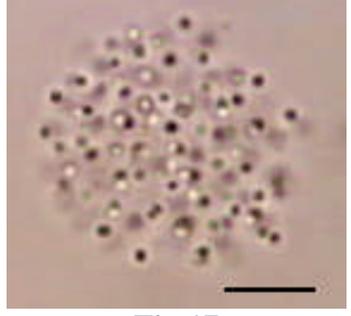
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Aphanothece nidulans</i> P. Richter.</b></p> <p>Colonies irrégulières ; cellules de 2,5 à 3µm de longueur et 1,5 à 2µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.5</b></p>
<p><b><i>Chroococcus cohaerens</i> (Breb) Näg.</b></p> <p>Colonies d'une ou souvent 2 cellules de 3,5-4,5µm de largeur et 3-3,5 µm de longueur, entourées d'une gaine plus ou moins visible.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.6</b></p>
<p><b><i>Chroococcus helveticus</i> Näg.</b></p> <p>Cellules sphériques éparses de 4 à 6 µm de diamètre réunies en colonies de 2, 4 ou 8.</p> <p><b>Espèce citée en Afrique.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.7</b></p>
<p><b><i>Chroococcus macrooccus</i> (Kütz.) Rabenh.</b></p> <p>Cellules épaisses de 15 à 22 µm de diamètre, gaines très épaisses incolores et lamelleuses.</p> <p><b>Espèce signalée en Afrique.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.8</b></p>

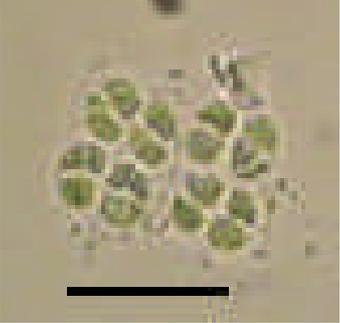
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.</b></p> <p>Cellules sphériques ou oblongues groupées en famille de 2 à 4, de 5 à 7 <math>\mu\text{m}</math> de diamètre ; gaine homogène incolore.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.9</b></p>
<p><b><i>Chroococcus minor</i> (Kütz.) Näg.</b></p> <p>Cellules sphériques petites de 3 à 4 <math>\mu\text{m}</math> de diamètre ; gaine muqueuse incolore et difficile à observer.</p> <p><b>Espèce cosmopolite, signalée en Afrique.</b> <b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.10</b></p>
<p><b><i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Näg.</b></p> <p>Cellules sphériques ou ellipsoïdales de 12 à <math>\mu\text{m}</math> de ; solitaires ou en famille de 2 à 4 ; une gaine épaisse hyaline et lamelleuse entoure les cellules.</p> <p><b>Espèce d'Amérique du Nord et du Sud, Asie, Europe.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.11</b></p>
<p><b><i>Gloeocapsa</i> sp.</b></p> <p>Cellules sphériques de 4 à 5 <math>\mu\text{m}</math> de diamètre, entourées d'une gelée à stratification concentrique. Thalles de forme indéfinie, gélatineux</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.12</b></p>
<p><b><i>Merismopedia elegans</i> A.Br. ex.Kütz.</b></p> <p>Colonies tabulaires de cellules oblongues mesurant 4 <math>\mu\text{m}</math> de longueur et 5 <math>\mu\text{m}</math> de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.13</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu\text{m}$

<p><b><i>Merismopedia glauca</i> (Ehrbg.) Näg.</b></p> <p>Colonies microscopiques tabulaires. Cellules de 2 à 3µm de largeur et 3 à 4µm de longueur sans vacuoles gazeuses.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.14</b></p>
<p><b><i>Merismopedia punctata</i> Meyen.</b></p> <p>Colonies tabulaires de petites dimensions. Cellules de 1 à 2 µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.15</b></p>
<p><b><i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.</b></p> <p>Colonies globuleuses faites de cellules sphériques de 5 à 6µm de diamètre et disposées irrégulièrement.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.16</b></p>
<p><b><i>Microcystis elachista</i> (West et G.S. West).</b></p> <p>Cellules de très petites dimensions de 1µm de diamètre, serrées les unes aux autres en colonies de formes variables.</p> <p><b>Espèce signalée en Afrique.</b> <b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.17</b></p>
<p><b><i>Microcystis firma</i> (Breb. et Lenorm.) Schmidle.</b></p> <p>Cellules sphériques de 1 à 2µm de diamètre formant des colonies limitées, arrondies, larges d'environ 38µm de diamètre.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.18</b></p>

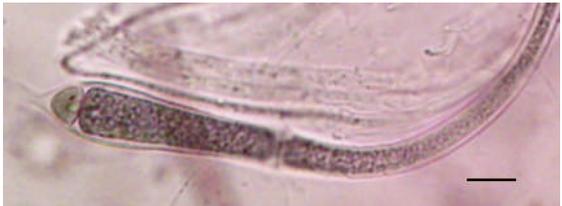
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Microcystis Flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchn.</b></p> <p>Colonies indéfinies présentant une gaine à peine visible et à cellules sphériques de 5 à 8µm de diamètre.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.19</b></p>
<p><b><i>Microcystis irecerta</i> (Lemm.) Lemm.</b></p> <p>Colonies sphériques ou irrégulières formées de cellules subsphériques de 1,5 à 3 µm de diamètre sans pseudo vacuoles.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.20</b></p>
<p><b><i>Microcystis sp.</i></b></p> <p>Cellules sphériques de 2 à 4 µm de diamètre, réunies dans une gelée amorphe.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.21</b></p>
<p><b><i>Microcystis wesenbergii</i> Komarek.</b></p> <p>Cellules de 9 à 12µm de diamètre avec des vacuoles gazeuses.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.22</b></p>
<p><b>FAMILLE : CHROOCOCCIDIACEAE</b></p>	
<p><b><i>Myxosarcina sp.</i></b></p> <p>Cellules sphériques de 4 à 6 de diamètre ont été observées, regroupées en paquets plus ou moins réguliers</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.23</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau.</b></p> <p>Cellules sphériques de 4 à 5 <math>\mu\text{m}</math> de diamètre, solitaires ou groupées par deux. Espèce planctonique fréquente dans les eaux stagnantes; <b>observées aux Indes</b></p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.24</b></p>
<b>FAMILLE TUBIELLACEAE</b>	
<p><b><i>Bacularia</i> sp.</b></p> <p>Cellules droites en bâtonnets, alignées en files, constituant un thalle en forme de tube allongé. Elles mesurent 1<math>\mu\text{m}</math> de largeur et 3 à 4<math>\mu\text{m}</math> de longueur <b>Ce genre est rarement signalé dans le monde et en Afrique.</b></p> <p><b>Tamelaht.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.25</b></p>
<p><b><i>Johannesbaptistia pellucida</i> ( Dickie). Taylor et Drouet.</b></p> <p>Cellules ellipsoïdales de 1 à 4<math>\mu\text{m}</math> de longueur et 4 à 7<math>\mu\text{m}</math> de largeur séparées les unes des autres et disposées en une seule file dans un mucilage hyalin commun cylindrique.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.26</b></p>
<b>FAMILLE DES HYELLACEAE</b>	
<p><b><i>Pleurocapsa</i> sp.</b></p> <p>Thalles constitués de filaments rampants et d'autres dressés parallèlement formés de cellules serrées de 5<math>\mu\text{m}</math> de largeur et 4<math>\mu\text{m}</math> de longueur.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.27</b></p>

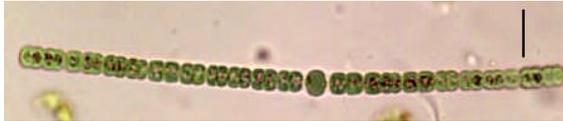
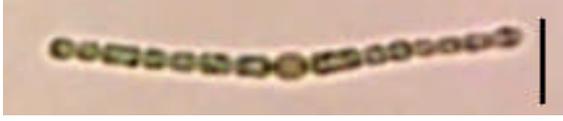
NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu\text{m}$

<b>FAMILLE DES RIVULARIACEAE</b>	
<p><b><i>Calothrix braunii</i> Born. et Flah.</b></p> <p>Thalle gazonnant constitué de filaments dressés droits, parallèles et très serrés, un peu épais et courbés à la base et se terminant avec un poil plus ou moins long. Hétérocyste basilaire; trichome épais de 6 à 8<math>\mu</math>m ; articles de 4<math>\mu</math>m de longueur.</p> <p><b>Espèce connue d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Afrique.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.28</b></p>
<p><b><i>Calothrix brevissima</i> G.S. West.</b></p> <p>Filaments souvent solitaires à gaine étroite, fermes et incolores.</p> <p>Trichomes d'un vert olivâtre, longs de 30 à 62 <math>\mu</math>m épais de 4 à 5<math>\mu</math>m , articles de 1,5 à 2 <math>\mu</math>m de longueur ; hétérocyste basilaire hémisphérique ou subglobuleux.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.29</b></p>
<p><b><i>Calothrix breviarticulata</i> W. et GS West.</b></p> <p>Filaments solitaires vivant sur les grosses algues, non rétrécis aux articulations et s'atténuant graduellement de la base vers le sommet. Gaine épaisse et lamelleuse. Trichome épais de 6 à 7<math>\mu</math>m. Nos exemplaires présentes des dimensions un peu plus petites que celles décrites par Frémy (1930) pour le type (15 à 16<math>\mu</math>m).</p> <p><b>Espèce d'Amérique du Nord déjà signalée en Afrique (Angola).</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.30</b></p>
<p><b><i>Calothrix minima</i> Frémy.</b></p> <p>Filaments de 8<math>\mu</math>m de largeur ; cellules de 2,5<math>\mu</math>m de longueur, hétérocyste basal subcylindrique de 4 à 6<math>\mu</math>m de diamètre.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.31</b></p>

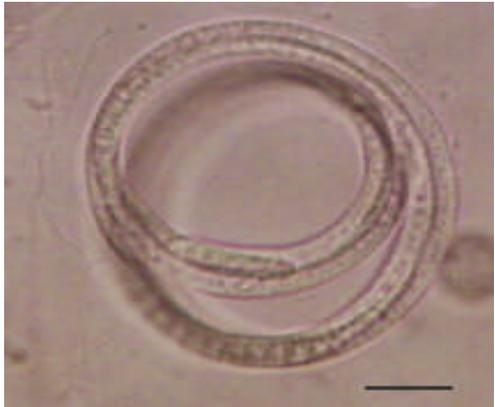
NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu$ m

<p><b><i>Calothrix parietina</i> Born. et Flah,</b></p> <p>Filaments épais de 10,5 à 15,5µm à la base ; gaine mince ou assez épaisse, d'abord hyaline puis brunâtre ; trichomes de 10 à 11µm de diamètre ; articles moins longs que larges.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.32</b></p>
<p><b><i>Calothrix viguieri</i> Frémy</b></p> <p>Nos rapportons les échantillons observés à la forme décrites par Frémy (1930) ; les filaments sont assez longs de 10 µm de largeur à la base et 6,5µm au milieu ; hétérocyste basilaire hémisphérique de 8 µm de largeur ; gaine mince et lamelleuse.</p> <p><b>Espèce signalée en Afrique (Gabon).</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.33</b></p>
<p><b><i>Homeothrix</i> sp.</b></p> <p>Filament de 12µm de large (base), effilé en poils plus au moins longs, articulé. Le trichome mesure 8µm de largeur et les cellules 5µm de longueur.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.34</b></p>
<p><b><i>Rivularia</i> sp.</b></p> <p>Thalles globuleux hémisphériques fixés ; filaments disposés radialement sans akinètes. Chaque filament présente une gaine et un hétérocyste basal et finissant par un poil articulé. Trichome de 6 µm de largeur ; cellules de 4 à 5 µm de longueur. Notre échantillon se rapproche de <i>R. aquatica</i> des échantillons De Wild au Viet-Nam identifiée par Thi Nguyet Hong Pong et al. (1992) mais, les hétérocystes sont plus petits, 8µm au lieu de 12 à 13µm.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.35</b></p>

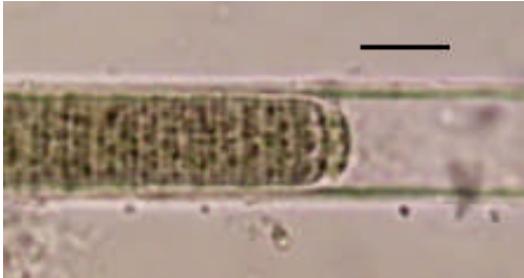
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<b>FAMILLE DES NOSTOCACEES</b>	
<p><b><i>Anabaena affinis</i> Denis. et Frémy.</b></p> <p>Cellules de 4 à 5µm de largeur et 3 à 4 de longueur, hétérocyste oblongue intercalaire de 4µm de largeur et 5,5 à 6µm de longueur. Nos exemplaires correspondent bien à l'espèce <i>Affinis</i> cependant l'absence d'akinètes dans tous les échantillons observés laisse cette identification incertaine.</p> <p><b>Espèce connue d'Amérique du sud et d'Europe.</b></p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.36</b></p>
<p><b><i>Anabaena sp1.</i></b></p> <p>Cellules triangulaires de 2 à 3µm de longueur et de 4µm de largeur avec un hétérocyste rond de 6µm de diamètre</p> <p>Trouvée</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.37</b></p>
<p><b><i>Anabaena sp2.</i></b></p> <p>Cellules de taille inégale, allant de 1,5 à 3µm de largeur et de 2 à 5,5µm de longueur, hétérocyste ovale de 3µm de largeur et 4µm de longueur. Cellules apicale légèrement arrondies.</p> <p><b>Tamelaht.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.38</b></p>
<p><b><i>Nostoc sp.</i></b></p> <p>Plusieurs filaments sans gaine visible ont été observés dans nos échantillons, présentant des hétérocystes intercalaires ou terminaux rappelant ceux constituant les thalles de Nostoc. Cellules de 2,5µm de largeur et 4µm de longueur.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.39</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Raphidiopsis sp.</i></b></p> <p>Trichome court, solitaire, recourbé en croissant et se terminant par une pointe aiguë ; akinètes non observés sur le seul individu rencontré dans la lagune de <b>Tamelaht</b>.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.40</b></p>
<p><b>FAMILLE : OSCILLATORIACEAE</b></p>	
<p><b><i>Lyngbya aerugineo-coerulea</i> Gom.</b></p> <p>Filaments solitaires, flexueux, ne montrant pas de rétrécissement au niveau des articulations, à apex arrondi et légèrement capité ; gaine mince, hyaline. Cellules de 2 à 6µm de longueur et 4 à 6µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite déjà citée en Afrique. (Batna). Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.41</b></p>
<p><b><i>Lyngbya aestuarii</i> Liebm.</b></p> <p>Filaments à gaine épaisse de 20µm de largeur ; articles courts de 2 à 4µm de longueur : cloisons assez granuleuses.</p> <p><b>Espèce cosmopolite. Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.42</b></p>
<p><b><i>Lyngbya circumcreta</i> G.S.West.</b></p> <p>Filaments solitaires, enroulés en spirales ayant 2 à 9 tours larges, gaine très mince et incolore; trichomes épais de 1,8 à 2,1 µm de largeur, non rétrécis aux articulations, cloisons non granuleuses, apex arrondi sans coiffe.</p> <p><b>Espèce d'Afrique n'ayant jamais été signalée à Béjaïa.</b></p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.43</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

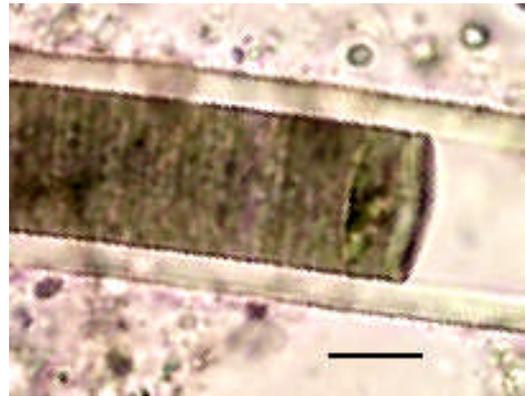
<p><b><i>Lyngbya epiphytica</i> Hieronymus.</b></p> <p>Filaments fixés, généralement enroulés autour d'autres algues. Trichome de 1 à 1,5 <math>\mu\text{m}</math> de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.44</b></p>
<p><b><i>Lyngbya limnetica</i> Lemm.</b></p> <p>Filaments libres, droits ou courbés ; nos trichomes font 1,5 à 2 <math>\mu\text{m}</math> de largeur ; articles courts de 1 à 3 <math>\mu\text{m}</math> de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.45</b></p>
<p><b><i>Lyngbya lucidum</i> (bourrelly).</b></p> <p>Filaments droits, un peu rétrécie au niveau des articulations, très brièvement atténué, sub-capité au sommet, épais de 13 <math>\mu\text{m}</math> à gaine lamelleuse. Articles de 2,5 à 4 <math>\mu\text{m}</math>, la cellule apicale à membrane supérieure convexe, épaissie et transformée en coiffe très visible.</p> <p><b>Espèce cosmopolite</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.46</b></p>
<p><b><i>Lyngbya major</i> Gom.</b></p> <p>Filaments droits, non rétrécis aux articulations ; gaine épaisse souvent lamellée ; articles courts de 1 à 3 <math>\mu\text{m}</math> de longueur et 10 <math>\mu\text{m}</math> de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.47</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10  $\mu\text{m}$

***Lyngbia majusculata* Harvy ex.Gom.**

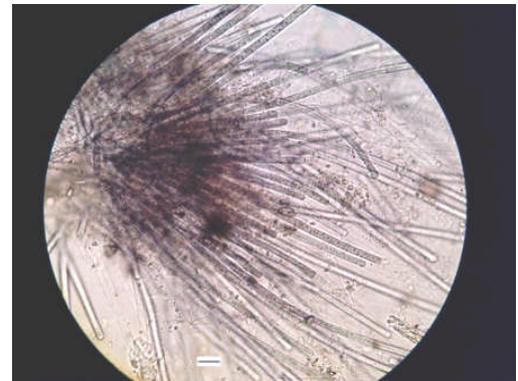
Filaments à mucilage abondant de 27 $\mu$ m de largeur à gaine lamelleuse.

**Espèce cosmopolite.**  
**Tamelaht ; Mézaia.**

**Fig.48*****Lyngbya muralis* Kütz.**

Filaments solitaires ou réunis en touffes, larges de 3 à 4 $\mu$ m. Les cellules mesurent 2 à 2,5 $\mu$ m de longueur.

**Espèce cosmopolite.**  
**Soummam.**

**Fig.49*****Microcoleus* sp.**

De nombreux trichomes ont été observés au niveau du lac Mézaïa rappelant l'agglutination des filaments du genre *Microcoleus* desmazières. Ils étaient agglutinés en un faisceau plus au moins long. Les extrémités sont de formes coniques et non capitées.

**Espèce Cosmopolite.**  
**Mézaia.**

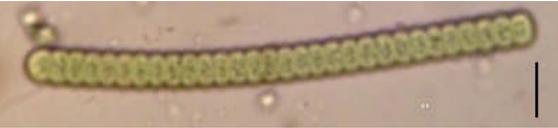
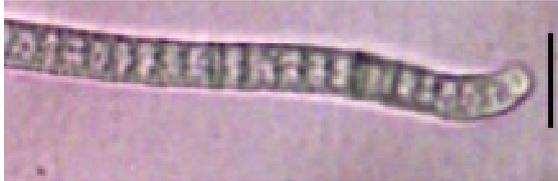
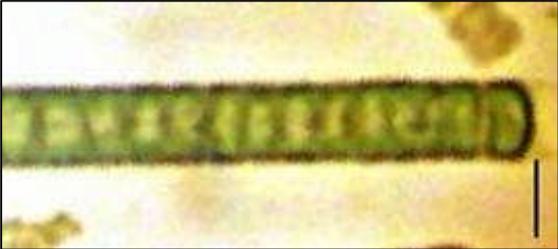
**Fig.50*****Oscillatoria acuta* Brühl. et Bisw.**

Trichome atténué aux extrémités ; sans constriction ; cellule apicale conique atténuée et aigüe. cellule de 4 $\mu$ m de largeur et 2 à 3 $\mu$ m de longueur.

**Espèce cosmopolite.**  
**Mézaia ; Soummam.**

**Fig.51**

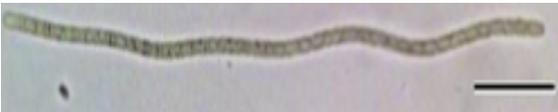
NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu$ m

<p><b><i>Oscillatoria annae</i> Van Goor.</b></p> <p>Trichomes de 7 à 8µm de diamètre, un peu rétrécis aux articulations ; articles très courts, de 2 à 3µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.52</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria brevis</i> Kützing. ex Gom.</b></p> <p>Trichomes épais de 5µm ; droits, brièvement atténués au sommet et courbés ; sans coiffe ; constrictions réfringentes, protoplasme finement granuleux. Cellules de 2,5 à 3µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.53</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria bornetii</i> (Zukal ) Geitl.</b></p> <p>Trichome droit de 10µm de largeur présentant des constrictions au niveau des articulations et à protoplasme granuleux ; cellules de 5µm de longueur.</p> <p><b>Espèce d’Afrique.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.54</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria chalybea</i> Mertens.</b></p> <p>Nous rapprochons nos individus à l’espèce <i>O. chalybea</i> cependant, ils sont atténués vers leurs extrémités comme l’espèce type. Ils sont un peu rétrécis aux articulations, de 8 à 9 µm d’épaisseur ; articles courts de 4 à 6 µm de longueur.</p> <p><b>Espèce signalée en Amérique du sud et en Asie.</b> <b>Tamelaht ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.55</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria chlorina</i> Kütz. ex Gom.</b></p> <p>Trichomes droits ou arqués non atténués aux extrémités et non rétrécis aux articulations ; granulations à peine visibles, cloisons non granuleuses, translucides. Cellules de 5µm de largeur et 2,5 à 3µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.56</b></p>

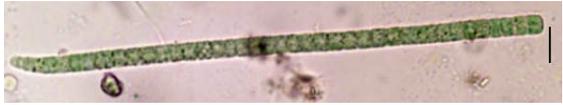
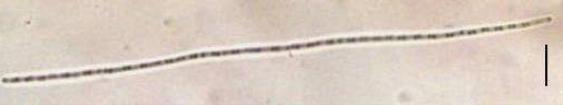
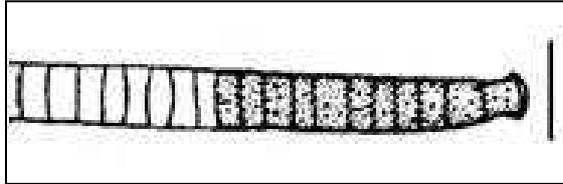
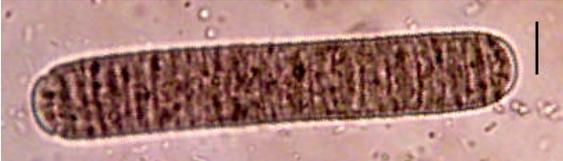
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Oscillatoria formosa</i> Bory de St Vincent</b></p> <p>Trichome flexible, un peu rétrécie aux articulations, épais de 5-6<math>\mu</math>m , non capité, un peu rétrécie et courbé vers le sommet, cellule apicale presque obtuse, sans coiffe.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.57</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria geminata</i> Menegh.</b></p> <p>Trichome arqué, épais de 2,5 à 3<math>\mu</math>m. articles de longueur inégale, souvent plus longs que larges allant de 8 à 12<math>\mu</math>m de longueur. Cellules apicales à sommet arrondi.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.58</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria hamelii</i> Frémy</b></p> <p>Trichome droit, légèrement rétrécis aux articulations, ni atténué, ni courbé, épais de 3 à 4<math>\mu</math>m ; articles de 4<math>\mu</math>m de longueur ; protoplasme granuleux.</p> <p><b>Espèce connue d'Afrique (Niger, Tchad, Gabon).</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.59</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria homogenea</i> Frémy</b></p> <p>Trichome rectiligne ou courbé, non constricté et non atténué, cloisons difficiles à voir. Cellules de 5<math>\mu</math>m de largeur et 2 à 3<math>\mu</math>m de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.60</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu$ m

<p><b><i>Oscillatoria irrigua</i> Kütz.</b></p> <p>Nous avons rapporté nos exemplaires à l'espèce type décrite par Frémy (1930) et par Compère au Tchad (1974) cependant, ils ne présentent pas d'épaississement apical ni de granulations aux cloisons. Cellules de 8µm de largeur et 3 à 4 de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.61</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria lemmermannii</i> wolosz.</b></p> <p>Cellules de 1 à 1,5µm de diamètre. Nos échantillons ne montrent pas toujours de granulation au niveau des cloisons.</p> <p><b>Espèce décrite des régions tropicales.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.62</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.</b></p> <p>Trichomes droits, légèrement rétrécies aux niveaux des articulations, épais de 1,5µm, ni atténués ni capités à leur extrémités, cloisons non granuleuses, cellule apicale arrondie au sommet, sans coiffe.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.63</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria limosa</i> Agardh. ex Gom.</b></p> <p>Trichome droit, raide, non rétrécie aux niveaux des articulations, épais de 9 à 12µm, non capité et non atténué. Cellules de 1,5 à 3µm de longueur, cloisons souvent granuleuses, cellule apicale convexe, très peu épaissie, sans coiffe</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.64</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Oscillatoria okeni</i> Ag.</b></p> <p>Trichomes droits, nettement rétrécis aux articulations ; à extrémités atténuées ; un peu arqués épais de 5 <math>\mu\text{m}</math> ; protoplasme finement granulé. Les cellules sont de 4 à 5<math>\mu\text{m}</math> de longueur.</p> <p><b>Espèce d'Europe, d'Amérique déjà signalée par Drouet (1968) dans les boues thermales en Algérie et au Madagascar. Mézaia</b></p>	 <p><b>Fig.65</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria princeps</i> Vauch.</b></p> <p>Formes variables dans leurs dimensions et couleurs, trichomes droits, non rétrécies aux niveaux des articulations, épais de 16 à 28<math>\mu\text{m}</math>, très légèrement atténués à leurs extrémités. Articles de 3,5 à 6<math>\mu\text{m}</math> de longueur ; protoplasme le plus souvent finement granuleux ; cloisons non granuleuses, cellule apicale sans coiffe.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.66</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria pseudogeminata</i> G. Schmid.</b></p> <p>Trichome de 1 à 1,5<math>\mu\text{m}</math> de diamètre, non rétréci aux articulations, articles carrées de 2 à 3<math>\mu\text{m}</math> de longueur.</p> <p><b>Espèce citée en Afrique.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.67</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria rubescens</i> Gom.</b></p> <p>Trichome droit, épais de 4 à 5<math>\mu\text{m}</math> ; les cellules mesurent 1 à 5<math>\mu\text{m}</math> de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.68</b></p>
<p><b><i>Oscillatoria sancta</i> Kütz.</b></p> <p>Trichome droit, un peu rétrécie au niveau des articulations, très brièvement atténué, sub-capité au sommet, épais de 16<math>\mu\text{m}</math>. articles de 3 à 5<math>\mu\text{m}</math>, la cellule apicale à membrane supérieure convexe, épaissie et transformée en coiffe très visible.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.69</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu\text{m}$

***Oscillatoria subbrevis* Schmidle emend. Claus**

Filaments solitaires, presque droits, non atténués vers les extrémités, épais de 6-8 $\mu$ m, formés d'articles longs de 4,5 $\mu$ m avec de place en place, des articles vides ; cloisons non granuleuses ; cellule apicale arrondie, sans coiffe.

**Espèce signalée en Afrique et aux Indes occidentales comme tropicale.**

**Tamelaht ; Mézaia.**



**Fig.70**

***Oscillatoria subtilissima* Gom.**

Trichome droit, très légèrement atténué, épais de 3,5 à 5 $\mu$ m. Cellules de 4 à 5 $\mu$ m de longueur présentant par place des endroits réfringents de 4 $\mu$ m de longueur.

**Espèce cosmopolite.**

**Mézaia.**



**Fig.71**

***Oscillatoria tenuis* Ag.**

Trichomes droits ou un peu arqués aux extrémités ; un peu rétrécis aux articulations, cloisons bordées de deux lignes de granules ; cellule apicale très légèrement épaissie. Espèce difficile à déterminer, difficile par la présence de granules le long des cloisons et par l'épaississement peu clair de la cellule apicale. Les cellules mesurent 3 à 5 $\mu$ m de largeur et 3 à 5 $\mu$ m de longueur.

**Espèce cosmopolite.**

**Mézaia.**



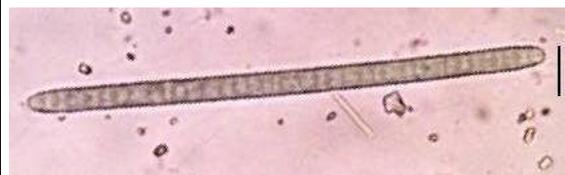
**Fig.72**

***Phormidium autumnale* Gom.**

Filament droit brièvement atténué de 5 $\mu$ m de largeur, ne montrant pas de rétrécissement aux articulations, la gaine étroite, est difficile à distinguer. Cellules de 2,5 à 4 $\mu$ m de longueur. nos individus ne présentent pas de coiffe à l'apex.

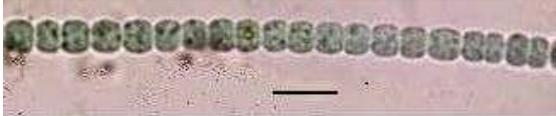
**Espèce cosmopolite.**

**Mézaia.**

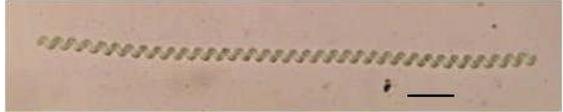


**Fig.73**

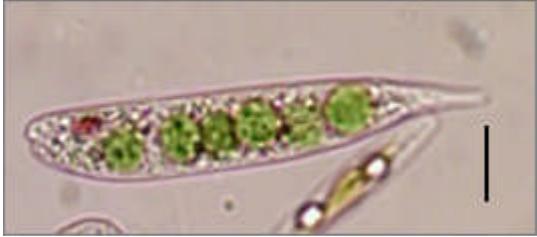
NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu$ m

<p><b><i>Phormidium papyraceum</i> Gom.</b></p> <p>Filaments allongés, flexueux, non rétrécis ; gaines minces ; trichomes s'atténuant vers leurs extrémités mesurant 3 à 5µm de largeur et 2 à 4µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Méraia.</b></p>	 <p><b>Fig.74</b></p>
<p><b><i>Phormidium retzii</i> Gom.</b></p> <p>Trichomes de 4,5 à 12,5 µm de largeur à gaine hyaline diffluite ; cellules de 4 à 9 µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Trouvée à : Tamejaht et Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.75</b></p>
<p><b><i>Phormidium tenue</i> Gom.</b></p> <p>Filaments réunis en masses ou en plaques muqueuses. La largeur des cellules est de 0,5 à 1,5µm, la largeur on peu pas voir car les filaments sont condensés.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.76</b></p>
<p><b><i>Pseudoanabaena catenata</i> Lauterborn.</b></p> <p>Cellules cylindriques, légèrement atténuées au bout des filaments, mesurant 2µm de largeur et 2,5 à 3,5µm de longueur, reliées entre elles par des liaisons ressemblant à des ponts gélatineux.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.77</b></p>
<p><b><i>Pseudoanabaena crassa</i> Vozzhennikova.</b></p> <p>Cellules de 6 à 7µm de longueur et 4 à 6 µm de largeur.</p> <p><b>Espèce décrite en Asie et en Europe et non pas encore été signalée en Afrique.</b> <b>Tamejaht.</b></p>	 <p><b>Fig.78</b></p>

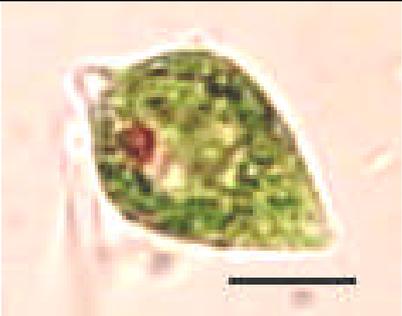
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><i>Pseudoanabaena constricta</i> Skuja.</p> <p>Cellules de 2µm de largeur et 3µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.79</b></p>
<p><i>Pseudanabaena muscicola</i> Naum. et hub.</p> <p>Cellules de 1 à 1,5 µm de largeur et de 3 à 3,5 µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.80</b></p>
<p><i>Pseudanabaena tenuis</i> koppe.</p> <p>Trichomes légèrement constrictés, très longs, flexueux, vert-olive pale, fragiles. Les cellules mesurent 5 à 6 µm de longueur et 1 à 2 µm de largeur, présentant au niveau des cloisons transversales deux granules réfringents.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.81</b></p>
<p><i>Spirulina laxissicima</i> G.S.West.</p> <p>Trichomes de 0,7 à 0,8µm de diamètre enroulés en spires très lâches de 4 à 5µm de diamètre.</p> <p><b>Espèce des régions tropicales et subtropicales, signalée en Afrique.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.82</b></p>
<p><i>Spirulina major</i> Kütz.</p> <p>Trichomes flexueux enroulés en spirales régulières de 2 à 4µm de diamètre. L'ouverture des spires est de 3µm de diamètre.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.83</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Spirulina subsalsa</i> (Oersted) Bourrelly.</b></p> <p><i>Spirulina subsalsa</i> ( Oersted) Bourrelly Trichomes enroulés en spires sub-irrégulières de 3µm de diamètre. Le trichome mesure 2,5µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.84</b></p>
<p><b>FAMILLE : ENTHOPHYSALIDACEES</b></p>	
<p><b><i>Enthophysalis</i> sp.</b></p> <p>Cellules globuleuses rappelant le genre <i>Gloeoecapsa</i> de 8µm de largeur regroupées en thalles irréguliers.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.85</b></p>
<p><b>EMBRANCHEMENT : EUGLENOPHYTA</b> <b>CLASSE : EUGLENOPHYCEAE</b> <b>FAMILLE : EUGLENACEAE</b></p>	
<p><b><i>Euglena klebseii</i> (Lemm.) Mainx.</b></p> <p>Cellules solitaires, allongées, peu métaboliques de 61 à 68µm de longueur et 9µm de largeur. Flagelle visible sur les échantillons vivants.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.86</b></p>
<p><b><i>Euglena oxyuris</i> var. <i>charkowiensis</i> (Swir.) Chu.</b></p> <p>Cellules allongées de 95µm de longueur et 15µm de largeur, membrane striée ; plastes discoïdes, petits, nombreux .Les formes et dimensions s'accordent avec la forme <i>charkowensis</i> (Swir.) Bourr retrouvée au lac Tchad (1975). Elle est également signalée en Algérie.</p> <p><b>Tamelaht.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.87</b></p>

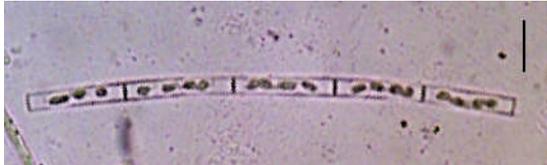
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Euglena polymorpha</i> Dang.</b></p> <p>Cellules solitaires, allongées à une des extrémités, de 55 à 77µm de longueur et 20µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.88</b></p>
<p><b><i>Euglena proxima</i> Dang.</b></p> <p>Nos formes s'accordent en forme et dimensions avec l'espèce proxima. Dimensions : 65 à 85µm de longueur et 15 à 19µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.89</b></p>
<p><b><i>Euglena</i> spp.</b></p> <p>Plusieurs formes du genre <i>Euglena</i> Ehrnbg. ont été observées dans les prélèvements mais la fixation a fait disparaître les caractères morphologiques indispensables à leur identification.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.90</b></p>
<p><b><i>Lepocinclis salina</i> Fretsch.</b></p> <p>Cellule solitaire de 19µm de largeur et 27µm de longueur, à contour ovale elliptique ; membrane ornée de stries hélicoïdales dextrogyres.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.91</b></p>
<p><b><i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg.) Dujardin.</b></p> <p>Cellule de 32µm de longueur (sans fouet) et 18µm de largeur, atténuée en une longue queue à la partie postérieure</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.92</b></p>

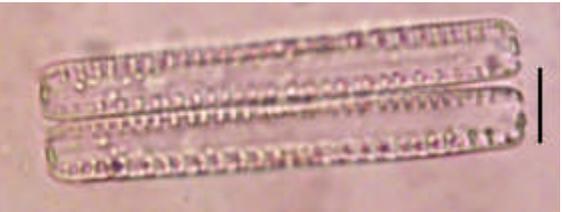
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Phacus ovom</i> (Ehrnbg.) Lemm.</b></p> <p>Cellule légèrement arrondie de 11 <math>\mu\text{m}</math> de diamètre, ressemblant à ceux décrits par Compère au Tchad (1999), présentant une queue courte de 4<math>\mu\text{m}</math> de longueur dans la partie postérieure.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b></p> <p><b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.93</b></p>
<p><b><i>Phacus sp</i></b></p> <p>Cellule de 19<math>\mu\text{m}</math> de longueur et 16<math>\mu\text{m}</math> de largeur, à contour ovale, munie d'un court appendice caudal au pôle postérieur; membrane striée longitudinalement.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.94</b></p>
<p><b>EMBRANCHEMENT : PYRROPHYTA</b>  <b>CLASSE : DINOPHYCEAE</b>  <b>FAMILLE : PERIDINIACEAE</b></p>	
<p><b><i>Peridinium cunningtonii</i> lemm.</b></p> <p>Cellules libres ellipsoïdales montrant une thèque, un cingulum et un sulcus caractéristiques des péridiniaceae et présentant 2 épines au niveau de l'hypothèque ; dimensions : 22 à 25<math>\mu\text{m}</math> de longueur et 20<math>\mu\text{m}</math> de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b></p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.95</b></p>
<p><b><i>Péridinium sp.</i></b></p> <p>Cellules libres globuleuses et légèrement aplaties mesurant 29<math>\mu\text{m}</math> de longueur et 21<math>\mu\text{m}</math> de largeur.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.96</b></p>

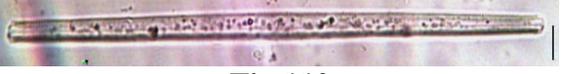
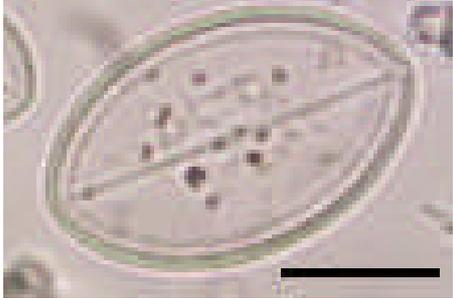
NB : Le trait sur chaque figure représente 10 $\mu\text{m}$

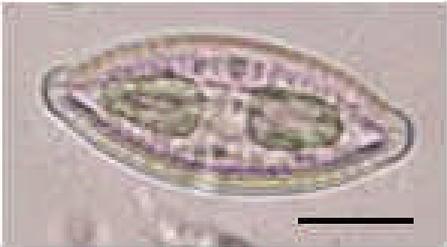
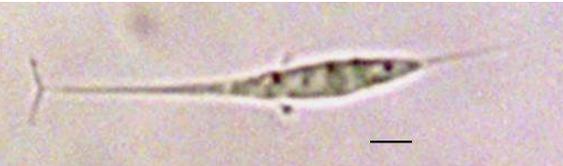
<b>EMBRANCHEMENT DES CHROMOPHYTA</b> <b>CLASSE : XANTHOPHYCEAE</b> <b>FAMILLE : SCIADIACEAE</b>	
<p><b><i>Tribonema sp.</i></b></p> <p>Filaments unisériés formés de cellules cylindriques identiques avec une membrane en H de largeur. Le matériel étant fixé, il nous a été difficile de voir le contenu plastidial pour identifier l'espèce.</p> <p><b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.97</b></p>
<b>CLASSE DIATOMOPHYCEAE</b> <b>SOUS CLASSE : CENTROPHYCIDEAE</b> <b>FAMILLE : COSCINODISCAEAE</b>	
<p><b><i>Cyclotella sp.</i></b></p> <p>valve circulaire de 26µm de diamètre, solitaire ou réunie en colonie par une gelée, striations radiales, un champs central lisse (sans stries) : 4 stries/10µm.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.98</b></p>
<p><b><i>Melosira sp.</i></b></p> <p>Cellules réunies en filament, de 4µm de largeur et de longueur et 20 à 22µm de longueur.</p> <p><b>Soummam</b></p>	 <p><b>Fig.99</b></p>
<b>SOUS-CLASSE : PENNATOPHYCIDEAE</b>	
<p><b><i>Amphiprora sp.</i></b></p> <p>Cellule allongée de 66µm de longueur sur 20µm de largeur, présentant un rétrécissement de la base vers le milieu (sorte d'étranglement) et striations invisibles car très fines.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.100</b></p>

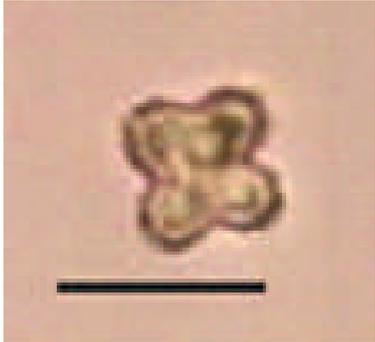
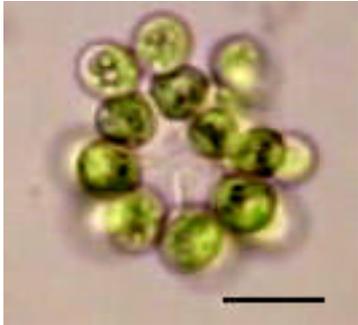
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

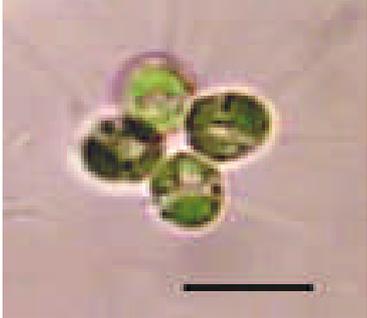
<p><b><i>Gomphonema sp.</i></b></p> <p>Cellule de forme triangulaire dont la partie supérieure mesure 12,5µm et inférieure 3µm, stries invisibles.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.101</b></p>
<p><b><i>Gyrosygma sp.</i></b></p> <p>Valve de 213µm de longueur et 27µm de largeur. Stries invisibles.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.102</b></p>
<p><b><i>Navicula sp</i></b></p> <p>Valve lancéolée, la cellule mesure 65µm de longueur et 17µm de large, nombre de stries est de 6 stries/10µm.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.103</b></p>
<b>SOUS - CLASSE DES EPITHEMIACEAE</b>	
<p><b><i>Epithemia sp.</i></b></p> <p>Cellules de 64µm de longueur et 6 à 7µm de largeur présentant 4 stries/10µm.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.104</b></p>
<p><b><i>Fragilaria sp.</i></b></p> <p>Cellule fusiforme, de 65µm de longueur et 8µm de largeur, réunie par deux, n'étant en contact dans toutes les parties des cellules, nombre de stries est de 5 stries/10µm.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.105</b></p>
<p><b><i>Rhopalodia sp</i></b></p> <p>Cellule plus au moins recourbée avec une marge convexe et l'autre concave, valve ornée de fines stries la cellule mesure 72µm de longueur et 7µm de large, 9 stries/10µm.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.106</b></p>

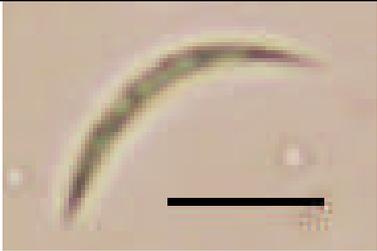
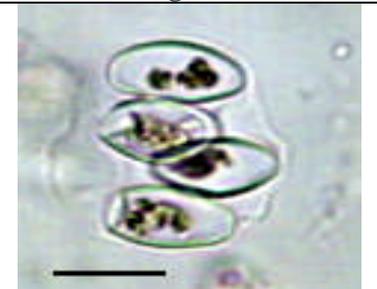
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

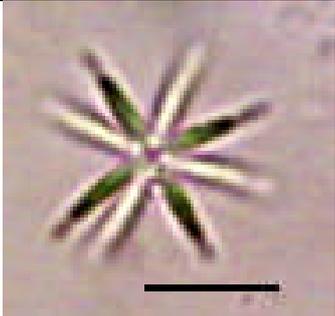
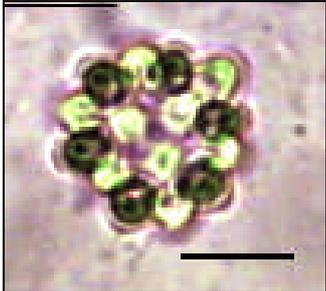
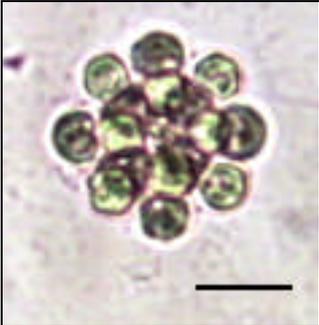
<p><i>Nitzschia acicularis</i> W.Smith.</p> <p>Cellule libre, solitaires, fusiforme, droite, légèrement arquée ou tordue en S, très allongée et se termine à chaque extrémités par une longue soie. la cellule est 29<math>\mu</math>m de longueur (soies) et 2<math>\mu</math>m de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.107</b></p>
<p><i>Nitzschia</i> sp.</p> <p>Cellule allongée de 10<math>\mu</math>m de largeur et de 84<math>\mu</math>m de longueur à 7 stries/10<math>\mu</math>m.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.108</b></p>
<p><i>Pinularia</i> sp.</p> <p>Cellule allongée, enflée au centre, de 17<math>\mu</math>m de largeur et de 60<math>\mu</math>m de longueur, à 9 stries/10<math>\mu</math>m.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.109</b></p>
<p><i>Synedra</i> sp.</p> <p>Cellule de 7 à 8<math>\mu</math>m de largeur (au centre) et 156<math>\mu</math>m de longueur.</p> <p><b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.110</b></p>
<p><i>Cocconeis</i> sp.</p> <p>Cellule solitaire et épiphyte, de 26<math>\mu</math>m de longueur et 16<math>\mu</math>m de largeur. La valve est à contour elliptique régulier, axe apicale visible et les pôles sont largement arrondis.</p> <p><b>Tamelaht ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.111</b></p>

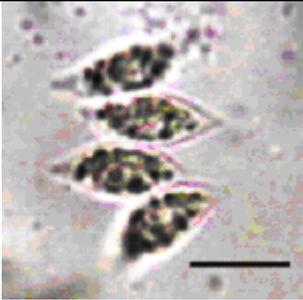
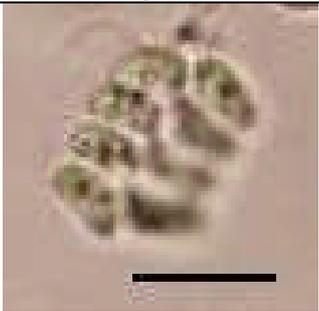
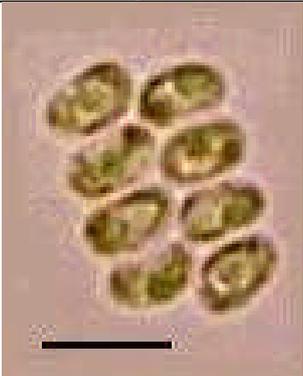
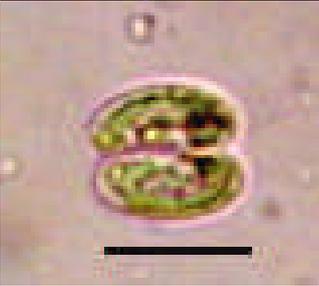
<p><i>Caloneis sp.</i></p> <p>Cellule très allongée en forme de lancettes mesurant 31µm de longueur et 12,5µm de largeur, avec des pôles arrondis. La valve est ornée de stries fines peu visibles.</p> <p><b>Tamelaht ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.112</b></p>
<p>NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm.</p> <p style="text-align: center;"><b>EMBRANCHEMENT : CHLOROPHYTA</b>  <b>CLASSE : EUCHLOROPHYCEAE</b>  <b>FAMILLE : CHLOROCOCCACEAE</b></p>	
<p><i>Ankyra judai Fott.</i></p> <p>Cellule solitaire, libre, fusiforme ou cylindrique portant une longue soie à chaque pôle. L'une de ces soies, celle du pôle postérieur, est bifide ou élargie en spatule.</p> <p>La cellule mesure 45µm de longueur sur 12µm de large, soies de 50µm</p> <p><b>Espèce cosmopolite</b>  <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.113</b></p>
<p><i>Characium sp.</i></p> <p>Cellules fusiformes effilées dans la partie apicale et portées par un style court et mesurant 25 à 30µm de longueur et 4 à 6µm de largeur.</p> <p>Sur la fig.114, <i>Characium sp</i> est fixé sur une algue filamenteuse.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.114</b></p>
<p><i>Schroederia setigera (Schröder) lemm.</i></p> <p>Cellule solitaire, libre, fusiforme ou cylindrique portant un long poil à chaque pôle.</p> <p>La cellule (sans poil) mesure 37µm de longueur sur 6µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b>  <b>Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig115</b></p>

<p><b><i>Schroederia sp.</i></b></p> <p>Cellule solitaire, libre ayant l'aspect de <i>Schroederia setigera</i> mais les dimensions sont très petites. La cellule (sans poil) mesure 10,5µm de longueur sur 2µm de largeur.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.116</b></p>
<p>NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm</p> <p><b><i>Tetraedron minimum (A.Braun.)Hans.</i></b></p> <p>Cellule solitaire, tétraédrique libre de 7 à 8µm de diamètre dont les sommets s'étirent en petites appendices.</p> <p><b>Espèce cosmopolite</b> préférant les eaux polluées. Elle est largement répandue en Afrique.</p> <p><b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig117</b></p>
<p><b>FAMILLE : DICTYOSPHAERIACEAE</b></p>	
<p><b><i>Dictyosphaerium pulchellum Wood.</i></b></p> <p>Cellules sphériques de 2 à 3 µm de diamètre groupées dans une gaine gélatineuse difficile à percevoir. Des tractus (restes de la paroi maternelle) relient les cellules entre elles.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b></p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.118</b></p>
<p><b>FAMILLE : HYDRODICTYIACEAE</b></p>	
<p><b><i>Pediastrum tetras (Ehrenberg.)Ralfs.</i></b></p> <p>Cénobe plat, circulaire de 7 cellules marginales et une cellule centrale, toutes séparées par de petits méats ; thalle de 19 à 21µm de diamètre.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b></p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.119</b></p>

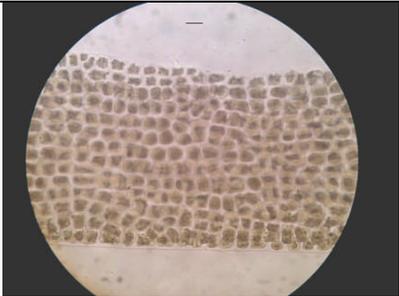
<b>FAMILLE : MICRACTINIACEAE</b>	
<p><b><i>Phythelios viridis</i> Frenzel.</b></p> <p>Cellule sphérique de 15 µm, solitaire, ornée de nombreuses soies égales longueur (20µm) et réparties uniformément.</p> <p><b>Espèce cosmopolite rarement signalée dans le monde.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.120</b></p>
<b>FAMILLE : OOCYSTACEAE</b>	
<p><b><i>Micractinium sp.</i></b></p> <p>Cellules ellipsoïdales de 6-7µm de longueur et 5µm de largeur réunies en par groupe de quatre cellules. Chaque cellule, porte sur sa face libre, des soies très longues et très minces.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.121</b></p>
<p><b><i>Micractinium pusillum</i> Fres.</b></p> <p>Cellules sphériques à ellipsoïdales de 2 à 3µm de longueur réunies par groupes de 4 pour former une colonie plus ou moins grande, chaque cellule porte des soies très longues.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.122</b></p>
<p><b><i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindek</b></p> <p>Cellule courbée de 25µm de longueur et 2µm de largeur</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.123</b></p>

<p><b><i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom-Leng.</b>                  Cellules solitaires, fusiformes, étroites, tordues ou sigmoïdes, aux extrémités aiguës, mesurant 1,5 à 2µm de largeur et 20µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite</b>  <b>Mézaia; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.124</b></p>
<p>NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm  <b><i>Monoraphidium tortile</i> (W. et G.S. West).</b>                  Cellules solitaires, fusiformes, étroites courbées en croissant, aux extrémités aiguës, mesurant 2 à 2,5µm de largeur et 27µm de longueur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite</b>  <b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.125</b></p>
<p><b><i>Oocystis parva</i> (W. et G.S. West).</b>                  Cellules ellipsoïdales de 10µm de longueur sur 6µm de largeur possédant un seul pyrénocyste par cellule et réunies en familles de 4 à 8 cellules.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b>  <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.126</b></p>
<p><b><i>Oocystis solitaria</i> Wittr.</b>                  Cellules ellipsoïdales, solitaires de 11µm de longueur et 8µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b>  <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.127</b></p>
<p><b><i>Oocystis</i> sp.</b>                  cellules ellipsoïdes de 11µm de longueur et 5µm de largeur, réunies en 4 cellules alternées.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.128</b></p>

<b>FAMILLE : SCENEDESMACEAE</b>	
<p><b><i>Actinastrum hantzschii</i> lagerheim.</b></p> <p>Cellules fusiformes montrant un plaste et un pyrénioïde et regroupées par 8 en étoiles irrégulières de ; cellules de 8µm de longueur et 1,5 µm de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.129</b></p>
<p>NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm</p> <p><b><i>Coelastrum asteroideum</i> De Not.</b></p> <p>Cénobe de 17 à 20 de diamètre, formé par des cellules ovoïdes à apex légèrement épaissies et en contact les unes avec les autres.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.130</b></p>
<p><b><i>Coelastrum</i> sp.</b></p> <p>Cénobe de 20 à 25µm de diamètre, formé par des cellules sphériques de 4µm de diamètre et en contact les unes des autres à une seule extrémité. un espace vide sépare les cellules entre elles.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.131</b></p>
<p><b><i>Scenedesmus acunae</i> Comas</b></p> <p>Cellules ellipsoïdales nues de 11µm de longueur et 3 à 4µm de largeur, réunies en colonie de 4 cellules plates.</p> <p><b>Espèce signalée en Europe et aux Indes</b> <b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Fig.132</b></p>

<p><b><i>Scenedesmus acutus</i> Meyen</b></p> <p>Cénobe de quatre cellules de 12<math>\mu</math>m de longueur sur 5<math>\mu</math>m de largeur, lancéolées à pôles pointus. Les cellules marginales sont légèrement courbées.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.133</b></p>
<p><b><i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemm.) Lemm.</b></p> <p>Cénobe de 8 cellules de 5 à 6<math>\mu</math>m de longueur et 3 à 4<math>\mu</math>m de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.134</b></p>
<p>NB : Le trait sur chaque figure représente 10<math>\mu</math>m</p> <p><b><i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott. et Kom.</b></p> <p>Cénobe formé de deux rangées plus au moins linéaires de quatre cellules. Ces cellules mesurent 6 à 8<math>\mu</math>m de longueur et 3 à 4<math>\mu</math>m de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.135</b></p>
<p><b><i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg ex Ralfs). Chodat.</b></p> <p>Cellules ellipsoïdales à pôles légèrement arrondie, groupés par 2 ou 4 cellules en cénobe régulier. Elles mesurent 9<math>\mu</math>m de longueur et 3,5<math>\mu</math>m de largeur.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.136</b></p>
<p><b><i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz.</b></p> <p>Cénobe de quatre cellules de 10<math>\mu</math>m de longueur sur 6<math>\mu</math>m de largeur, lancéolées à pôles légèrement pointus.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.137</b></p>

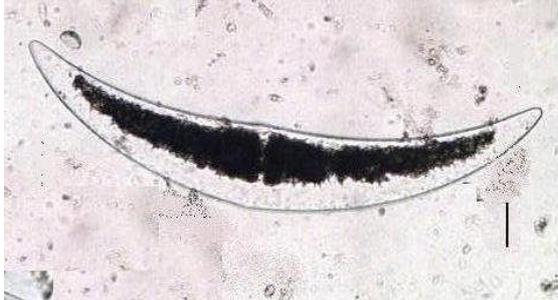
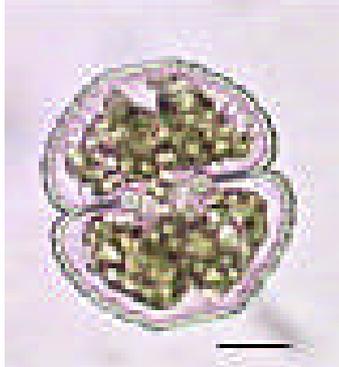
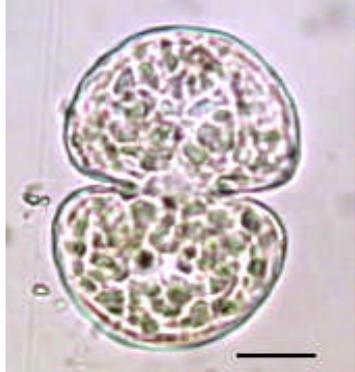
<p><b><i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Bréb.</b></p> <p>Cénobe de 4 cellules mesurant 8µm de longueur et 3µm de largeur ; les cellules marginales portent chacune 2 longues épines.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b></p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.138</b></p>
<p><b><i>Scenedesmus sp.</i></b></p> <p>Cellules effilées, légèrement arquées, mesurant 18 à 21µm de longueur et 3,5µm de largeur. Les cellules marginales portent de sorte d'épines.</p> <p><b>Soummam</b></p>	 <p><b>Fig.139</b></p>
<p><b>CLASSE : ULOTRHIRICOPHYCEAE</b></p> <p><b>FAMILLE : ULOTHRIACEAE</b></p>	
<p><b><i>Ulothrix sp.</i></b></p> <p>Filaments simples sous forme de ruban de 12µm de largeur, en fil d'une seule série de cellules semblables, librement flottantes, présentent parfois une gaine gélatineuse.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.140</b></p>
<p><b>FAMILLE : APHANOCHAETACEAE</b></p>	
<p><b><i>Aphanochetae repens</i> A. Braun.</b></p> <p>Filament unisériel, à ramifications peu nombreuses et rampantes. Cellules globuleuses ou cylindriques ont un plaste pariétal avec un ou plusieurs pyrénoides ; elles portent sur leur face dorsale un poil hyalin, unicellulaire, renflé à sa base.</p> <p>NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm</p> <p><b>Cosmopolite.</b></p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.141</b></p>

<b>FAMILLE : OEDOGONIACEAE</b>	
<p><b><i>Oedogonium exile</i> Ley.</b></p> <p>Filaments libres formés de cellules de 7 à 9µm de largeur et 25 à 39µm de longueur ; oogone de 21 à 29µm de diamètre.</p> <p><b>Espèce signalée en chine par Gonzales (1981). Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.142</b></p>
<p><b><i>Oedogonium sp1.</i></b></p> <p>Cellules de 22µm de longueur et 13µm de largeur ; oogones de 30µm de diamètre.</p> <p><b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig143</b></p>
<p><b><i>Oedogonium sp2.</i></b></p> <p>Filaments de 25µm de largeur ; cellules de 54µm de longueur ; oogones légèrement allongés de 50µm de diamètre.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig144</b></p>
<b>FAMILLE : ULVACEAE</b>	
<p><b><i>Enteromorpha sp.</i></b></p> <p>Thalle en forme de tube creux, de 110µm de largeur, plus au moins ramifié, sous microscope, on observe une seule assise de cellules polygonales avec un plaste pariétal. peut être s'agit-il de E. intestinalis ?</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.145</b></p>
<p><b><i>Cladophora sp.</i></b></p> <p>Filaments très ramifiés de 15µm de largeur ; unisériés ; plaste pariétal avec plusieurs pyrénoides et à membrane épaisse de 2µm de largeur.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.146</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<b>FAMILLE : CHLOROSARCINACEAE</b>	
<p><b><i>Chlorosarcinopsis minor</i> (Gerneck) Herndon .</b></p> <p>Thalle de forme Cubique avec des cellules subsphériques réunies dans une sorte de gelée amorphe .Elles mesurent 7 à 9µm de diamètre</p> <p><b>Retrouvée par Barberousse (2006) colonisant les revêtements de façade en France.</b></p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.147</b></p>
<b>CLASSE : ZYGOPHYCEAE</b> <b>FAMILLE : ZYGNEMATACEAE</b>	
<p><b><i>Mogeotia sp.</i></b></p> <p>Filament droit sans ramification, de 11µm de largeur et 78µm de longueur, à plastes presque pariétal étoilés pourvus de pyrénoides.</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.148</b></p>
<p><b><i>Spirogyra sp.</i></b></p> <p>Filaments simples sous forme d'un ruban de 50µm de large, présentant des plastes en forme de rubans pariétaux régulièrement tordus en hélice et montrant de nombreux pyrénoides disposés en file.</p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.149</b></p>
<b>FAMILLE : DESMIDIACEAE</b>	
<p><b><i>Closterium acutum</i> Breb. ex rolfe.</b></p> <p>Cellule allongée de 143µm de longueur et 5µm de large; 20 à 30 fois plus longues que larges, légèrement courbée ; atténuée depuis le milieu, aiguë aux pôles ; membrane lisse.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b></p> <p><b>Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.150</b></p>

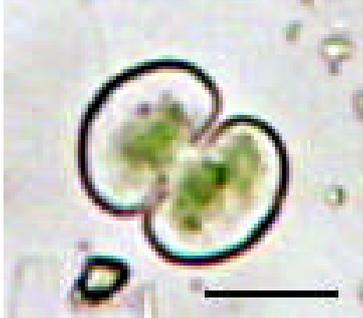
NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Closterium diana</i> Ralfs.</b></p> <p>Plusieurs individus ont été rapportés à <i>C.diana</i> car ils se présentent sous forme de cellules plus trapues et moins courbées, de 120µm de longueur et 20µm de largeur (au centre), plus enflées à la partie médiane.</p> <p><b>Espèce cosmopolite, déjà signalée en Afrique (Guinée et Tchad).</b></p> <p><b>Tamelaht ; Mézaia ; Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.151</b></p>
<p><b><i>Closterium ehrenbergii</i> Ralfs.</b></p> <p>Cellule plus ou moins courbée, un peu renflée au milieu, de 173µm de longueur et 33µm de largeur, 4 à 6 fois plus longue que large, à membrane lisse ; chloroplaste à nombreux pyrénoides.</p> <p><b>Espèce cosmopolite. Déjà signalée en Afrique. Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.152</b></p>
<p><b><i>Cosmarium botrytis</i> Menegh.</b></p> <p>Hémisomates trapézoïdaux, ornés de grosses verrues arrondies, réparties uniformément sur toute la membrane, de 30µm de largeur 28µm de longueur isthme 10µm ;</p> <p><b>Espèce cosmopolite, déjà signalée en Afrique. Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.153</b></p>
<p><b><i>Cosmarium contractum</i> Kirchn.</b></p> <p>Hémisomates ellipsoïdaux à sinus ouvert et membrane légèrement ponctuée mesurant 32 à 40µm de longueur 28 à 33µm de largeur et isthme de 9 à 11µm.</p> <p><b>Espèce cosmopolite. Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.154</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Cosmarium leave</i> Rabenh.</b></p> <p>Hémisomates semi-circulaires, nettement échan-crés-concaves à l'apex; de 20µm de longueur et de 13µm de largeur, Isthme de 4µm ; membrane lisse; un chloroplaste à un seul pyrénioïde,</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.155</b></p>
<p><b><i>Cosmarium regnellii</i> Krieg et Gutw.</b></p> <p>Nos échantillons correspondent en forme et en dimension à l'espèce type ; les dimensions sont : Longueur: 14µm ; largeur : 10µm ; Isthme : 3µm. chloroplaste à un pyrénioïde par hémisomate.</p> <p><b>Espèce cosmopolite.</b> <b>Mézaia ;Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.156</b></p>
<p><b><i>Cosmarium subtumidum</i> Nordst.</b></p> <p>Les échantillons observés présentent des hémisomates trapézoïdaux arrondis à apex légèrement plat ; membrane finement ponctuée ; chloroplaste à un pyrénioïde par hémisomate. Les dimensions sont ; Longueur: 42µm ; largeur : 35µm ; Isthme : 11µm.</p> <p><b>Espèce cosmopolite citée en Afrique.</b> <b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.157</b></p>
<p><b><i>Cosmarium sp1.</i></b></p> <p>Hémisomates trapézoïdaux, plans A l'apex, pourvus aux marges de plusieurs rangées de granules arrondis. Cet échantillon ressemble à <i>Cosmarium turpinii</i> décrit par Compère en 1977 au lac Tchad, cependant le manque de détails laisse l'identification incertaine.</p> <p><b>Mézaia.</b></p>	 <p><b>Fig.158</b></p>

NB : Le trait sur chaque figure représente 10µm

<p><b><i>Cosmarium sp2.</i></b></p> <p>Cellules de 10 à 16µm de longueur et 10 à 13µm de largeur, à Isthme de 4µm; sinus ouvert, peu profond; hémisomates ellipsoïdaux, un peu déprimés, A membrane lisse, renfermant un seul pyrenoïde par hémisomate.</p> <p><b>Tamelaht.</b></p>	 <p><b>Fig.159</b></p>
<p><b><i>Spondylosium sp.</i></b></p> <p>Formes constituées de petits <i>Cosmarium</i> unis par contact direct au niveau de leur surface en une chaîne plus ou moins longue. Les individus observés s'accordent avec l'espèce <i>Spondylosium planum</i> cependant, nous donnons cette détermination sous réserve car cette algue n'a été rencontré qu'une seule fois ce qui ne permet pas de vérifier tous les autres caractères systématiques</p> <p><b>Soummam.</b></p>	 <p><b>Fig.160</b></p>
<p><b>CLASSE : CHAROPHYCEAE</b> <b>FAMILLE : CHARACEAE</b></p>	
<p><b><i>Chara sp.</i></b></p> <p>Plusieurs échantillons de Characeae ont été recueillis dans les prélèvements effectués au lac Mézaïa représentées par de grands filaments immergés et à axes bien développés, cependant l'absence de documentations spécialisées n'a pas permis l'identification de ces algues.</p> <p><b>Mézaïa.</b></p>	 <p><b>Fig.161</b></p>

NB : Le trait sur les figures 159 et 160, représente 10µm alors que sur la figure 161, il représente 1mm

La répartition de l'ensemble des taxons inventoriés dans les trois milieux étudiés est représentée dans le tableau suivant (Tableau IX) avec l'embranchement auquel ils appartiennent et la station dans laquelle est présent :

**Tableau IX** : Liste comparative des différentes algues répertoriées dans les trois sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia et l'Embouchure de l'Oued Soummam) au cours de la période (mai-octobre, 2007).

☐ : Taxon identifié présent

	Espèces inventoriées / embranchement	Nom des stations		
		Lagune Tamelaht	Lac Mézaia	Embouchure de l'Oued Soummam
	<b>1. SCHIZOPHYTA</b>			
01	<i>Anabaena affinis.</i>			
02	<i>Anabaena sp1.</i>			
03	<i>Anabaena sp2.</i>			
04	<i>Aphanocapsa pulchra.</i>			
05	<i>Aphanocapsa sp.</i>			
06	<i>Aphanothece castagnei.</i>			
07	<i>Aphanothece microscopica.</i>			
08	<i>Aphanothece nidulans.</i>			
09	<i>Bacularia sp.</i>			
10	<i>Calothrix braunii.</i>			
11	<i>Calothrix breviarticulata.</i>			
12	<i>Calothrix minima.</i>			
13	<i>Calothrix parietina.</i>			
14	<i>Calothrix viguieri.</i>			
15	<i>Calothrix brevissima..</i>			
16	<i>Chroococcus coharens.</i>			
17	<i>Chroococcus helveticus.</i>			
18	<i>Chroococcus macrooccus.</i>			
19	<i>Chroococcus minutus.</i>			
20	<i>Chroococcus minor.</i>			
21	<i>Chroococcus turgidus.</i>			
22	<i>Entophysalis sp.</i>			
23	<i>Gloeocapsa sp.</i>			
24	<i>Homeothrix sp.</i>			
25	<i>Johannebaptistia pellucida.</i>			
26	<i>Lyngbya aerogineo- coerulea.</i>			
27	<i>Lyngbya aestuarii.</i>			
28	<i>Lyngbya circumcreta.</i>			
29	<i>Lyngbya epiphytica.</i>			
30	<i>Lyngbya limnetica.</i>			
31	<i>Lyngbya lucidum.</i>			
32	<i>Lyngbya major.</i>			
33	<i>Lyngbya majusculata.</i>			
34	<i>Lyngbya muralis.</i>			
35	<i>Merismopedia elegans.</i>			
36	<i>Merismopedia glauca.</i>			
37	<i>Merismopedia punctata.</i>			
38	<i>Microcoleus sp.</i>			
39	<i>Microcystis aeruginosa.</i>			
40	<i>Microcystis elachista</i>			
41	<i>Microcystis firma</i>			
42	<i>Microcystis Flos-aquae.</i>			
43	<i>Microcystis inecerta.</i>			
44	<i>Microcystis sp.</i>			
45	<i>Microcystis wesenbergii.</i>			
46	<i>Myxosarcina sp.</i>			
47	<i>Nostoc sp.</i>			
48	<i>Oscillatoria acuta.</i>			
49	<i>Oscillatoria annae.</i>			
50	<i>Oscillatoria brevis.</i>			
51	<i>Oscillatoria bornetii.</i>			

52	<i>Oscillatoria chalybea.</i>			
53	<i>Oscillatoria chlorina.</i>			
54	<i>Oscillatoria formosa.</i>			
55	<i>Oscillatoria geminata.</i>			
56	<i>Oscillatoria hamelii.</i>			
57	<i>Oscillatoria homogenea.</i>			
58	<i>Oscillatoria irrigua.</i>			
59	<i>Oscillatoria lemmermannii.</i>			
60	<i>Oscillatoria limnetica.</i>			
61	<i>Oscillatoria limosa.</i>			
62	<i>Oscillatoria okeni.</i>			
63	<i>Oscillatoria princeps.</i>			
64	<i>Oscillatoria pseudogeminata.</i>			
65	<i>Oscillatoria sancta.</i>			
66	<i>Oscillatoria subbrevis.</i>			
67	<i>Oscillatoria subtilissima.</i>			
68	<i>Oscillatoria rubescens.</i>			
69	<i>Oscillatoria tenuis.</i>			
70	<i>Phormidium automnale.</i>			
71	<i>Phormidium papyraceum.</i>			
72	<i>Phormidium retzii.</i>			
73	<i>Phormidium tenue.</i>			
74	<i>Pleurocapsa sp.</i>			
75	<i>Pseudoanabaena catenata.</i>			
76	<i>Pseudoanabaena constricta.</i>			
77	<i>Pseudoanabaena crassa.</i>			
78	<i>Pseudanabaena muscicola.</i>			
79	<i>Pseudanabaena tenuis.</i>			
80	<i>Raphidiopsis sp.</i>			
81	<i>Rivularia sp.</i>			
82	<i>Spirulina laxissima.</i>			
83	<i>Spirulina major.</i>			
84	<i>Spirulina subsalsa.</i>			
85	<i>Synechocystis aquatilis.</i>			
	<b>Total taxons</b>	<b>38</b>	<b>71</b>	<b>16</b>
<b>2. EUGLENOPHYTA</b>				
86	<i>Euglena klebsei</i>			
87	<i>Euglena oxyuris</i>			
88	<i>Euglena polymorpha</i>			
89	<i>Euglena proxima</i>			
90	<i>Euglena sp</i>			
91	<i>Lepocinclis salina</i>			
92	<i>Phacus longicauda</i>			
93	<i>phacus ovum</i>			
94	<i>phacus sp</i>			
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>3. PYRROPHYTA</b>				
95	<i>Peridinium cunningtonii</i>			
96	<i>Péridinium sp</i>			
	<b>Total taxons</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>01</b>
<b>4. CHROMOPHYTA</b>				
97	<i>Tribonema sp.</i>			
	<b>Total taxons</b>	<b>01</b>	<b>00</b>	<b>00</b>
<b>DIATOMOPHYCEAE</b>				
98	<i>Amphiprora sp.</i>			
99	<i>Caloneis sp.</i>			
100	<i>Cocconeis sp.</i>			
101	<i>Cyclotella sp.</i>			
102	<i>Epithemia sp.</i>			
103	<i>Fragilaria sp.</i>			
104	<i>Gomphonema sp.</i>			

105	<i>Gyrosigma sp.</i>			
106	<i>Melosera sp.</i>			
107	<i>Navicula sp.</i>			
108	<i>Nitzschia acicularis.</i>			
109	<i>Nitzschia sp.</i>			
110	<i>Pinnularia sp.</i>			
111	<i>Rhopalodia sp.</i>			
112	<i>Synedra sp.</i>			
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>06</b>	<b>11</b>
<b>5. CHLOROPHYTA</b>				
113	<i>Actinastrum hantzschii.</i>			
114	<i>Ankyra judaï.</i>			
115	<i>Aphanochaete repens.</i>			
116	<i>Chara sp.</i>			
117	<i>Characium sp.</i>			
118	<i>Chlorosarcinopsis minor.</i>			
119	<i>Cladophora sp.</i>			
120	<i>Closterium acutum.</i>			
121	<i>Closterium dianaë</i>			
122	<i>Closterium ehrenbergii</i>			
123	<i>Coelastrum asteroideum.</i>			
124	<i>Coelastrum sp.</i>			
125	<i>Cosmarium botrytis.</i>			
126	<i>Cosmarium regnelei.</i>			
127	<i>Cosmarium leave.</i>			
128	<i>Cosmarium contractum.</i>			
129	<i>Cosmarium sp1.</i>			
130	<i>Cosmarium sp2.</i>			
131	<i>Cosmarium subtumidum.</i>			
132	<i>Dichtiospherium pulchellum.</i>			
133	<i>Enteromorpha sp.</i>			
134	<i>Micractinium pussilum.</i>			
135	<i>Micractinium sp.</i>			
136	<i>Monoraphidium arcuatum.</i>			
137	<i>Monoraphidium contortum.</i>			
138	<i>Monoraphidium tortile.</i>			
139	<i>Mougeotia sp.</i>			
140	<i>Oedogonium exile.</i>			
141	<i>Oedogonium sp1.</i>			
142	<i>Oedogonium sp2.</i>			
143	<i>Oocystis parva.</i>			
144	<i>Oocystis solitaria Wittr.</i>			
145	<i>Oocystis sp.</i>			
146	<i>Pediastrum tetras.</i>			
147	<i>Phyhelios viridis.</i>			
148	<i>Scenedesmus acumae.</i>			
149	<i>Scenedesmus acutus.</i>			
150	<i>Scenedesmus arcuatus.</i>			
151	<i>Scenedesmus disciformis.</i>			
152	<i>Scenedesmus ecornus.</i>			
153	<i>Scenedesmus obliquus.</i>			
154	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>			
155	<i>Scenedesmus sp.</i>			
156	<i>Schroederia indica phillipose.</i>			
157	<i>Schroederia setigera.</i>			
158	<i>Spirogyra sp.</i>			
159	<i>Spondylosium sp.</i>			
160	<i>Tetraedron minimum.</i>			
161	<i>Ulothrix sp.</i>			
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>36</b>	<b>22</b>
<b>Total taxons /station</b>		<b>76</b>	<b>119</b>	<b>53</b>

### **IV.3. Analyse taxinomique des communautés algales**

L'inventaire systématique que l'on vient de décrire constitue le premier résultat de l'étude qualitative réalisée dans trois milieux aquatiques de la région de Béjaia. Celle-ci a eu pour objectif initial d'estimer la flore algale des milieux prospectés, milieu très peu inventoriés du point de vue algologique et de ressortir les Cyanophyceae citées par la littérature comme productrices de toxines.

Ainsi au cours du cycle mensuel s'étalant de mai à octobre 2007, 161 taxons phytoplanctoniques et benthiques (Tableau IX) ont été inventoriés dans les trois plans d'eau étudiés et points de prélèvements confondus, regroupant au total 9 classes.

Ils se répartissent comme suit, dans 5 embranchements:

- 85 Schizophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 09 Euglenophyta (1 seule classe : Euglénophyceae).
- 02 Pyrrophyta (1 seule classe : Dinophyceae)
- 16 Chromophyta (2 classes : Xanthophyceae et Diatomophyceae).
- 49 Chlorophyta (4 classes : Euchlorophyceae, Ulothricophyceae, Zygothricophyceae, Charophyceae)

La fig.34 schématise la répartition de ces embranchements:

Les schizophytes, avec 85 taxons, représentent 52,79% de l'ensemble des algues déterminées. Elles sont suivies par les Chlorophyta avec 49 taxons et dont le pourcentage atteint 30,43% ; les Chromophyta représentent pour leur part 9,93% de la totalité des taxons identifiés.

Comme la montre la fig.34, nous constatons que parmi les 85 taxons appartenant aux Schizophytes, la famille des Oscillatoriaceae domine avec 45 taxons, ce qui présente plus que la moitié de la classe (52,94%) suivies par les Chroococcaceae avec 23 taxons, soit 27,06% de l'ensemble des Schizophyta.

Quant aux Chlorophyta, elles sont essentiellement représentées par la classe des Euchlorophyceae avec 16,77% (27 taxons) suivi par la classe des Zygothricophyceae dont le

pourcentage atteint 8,07% (13 taxons). Les autres taxons ont des pourcentages très faibles, soit respectivement 0,62%, 4,97% pour les Charophyceae et les Ulothricophyceae comme le montre bien la fig.35. Pour les Diatomophyceae, ce sont surtout les formes pennées qui prédominent.

D'autres algues ont été également inventoriées, elles sont représentées par les Euglenophyta, Pyrrophyta. Toutefois leurs nombres sont faibles en comparaison avec les deux embranchements précédents.

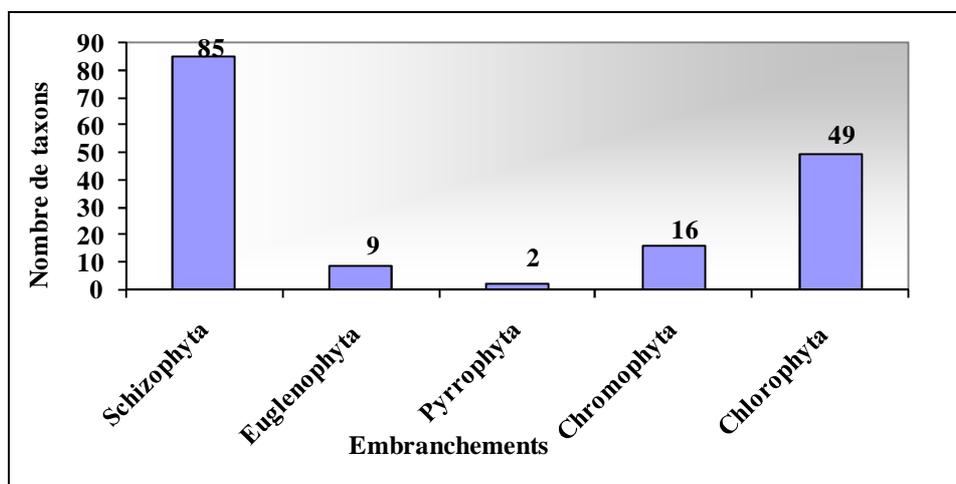


Fig.34 : Répartition des différents embranchements d'algues dans l'ensemble des récoltes des trois sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia et l'embouchure de l'oued Soummam) au cours de la période mai-octobre, 2007.

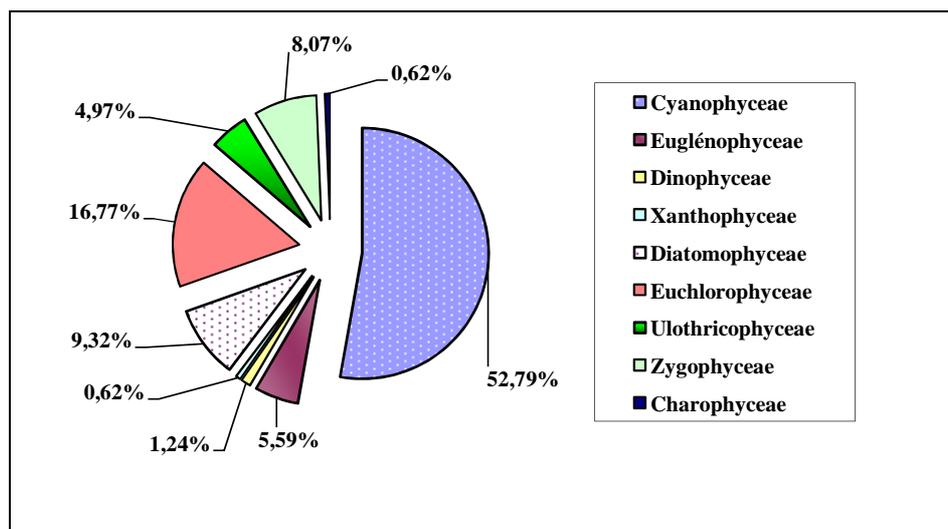


Fig. 35 : Répartition des différents Embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes des trois sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia et l'embouchure de l'oued Soummam) au cours de la période mai-octobre, 2007.

Examinant chacun des milieux, la répartition des différents taxons répertoriés est comme suit :

#### **IV.3.1. La lagune Tamelaht**

Sur l'ensemble des prélèvements effectués dans cette lagune, 76 taxons ont pu être identifiés :

38 Schizophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).

08 Euglenophyta (1 seule classe : Euglénophyceae).

01 Pyrrophyta (1 seule classe : Dinophycées).

13 Chromophyta (2 classes : Xanthophyceae et Diatomophyceae).

16 Chlorophyta (3 classes : Euchlorophyceae, Ulothricophyceae et les Zygothricophyceae).

La fig.36 illustre la répartition des ces embranchements.

Les Schizophyta prédominent avec 38 taxons, soit 50% de l'ensemble des algues répertoriées pour cette station. Elles sont suivies par les Chlorophyta avec 16 taxons dont le pourcentage atteint 21,05% et les Chromophyta avec 13 taxons. Le reste des embranchements sont faiblement représentés.

Selon la fig.37, les Schizophyta sont représentées par l'unique classe des Cyanophyceae avec la moitié des espèces inventoriées (50%) et 22 taxons appartenant à eux seuls à la famille des Oscillatoriaceae ; les espèces les plus intéressantes appartiennent aux genres : *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Lyngbya*, *Phormidium*, genres révélés très toxiques (Chorus et Bartram, 1999 ; AFSSA et AFSSET, 2006 ; Geoffroy et al., 2005 ; Brient et al., 2001).

Concernant les Chlorophyta, pour leur part sont représentées par trois classes ; Euchlorophyceae, Zygothricophyceae et Ulothricophyceae avec dominance des Euchlorophyceae (9 taxons) qui atteint 11,84% de la totalité des algues inventoriées pour cette station. Les Dinophycées, Xanthophyceae quant à elles, ont de faibles pourcentages.

Parmi les Chromophyta, les Diatomophyceae sont quantitativement la classe la mieux représentée (12 taxons) avec 15,78%.

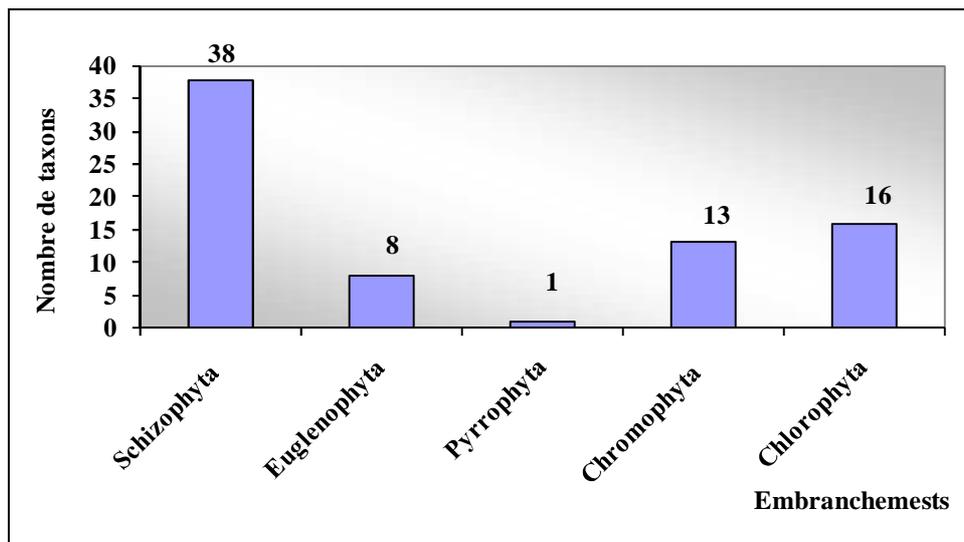


Fig.36 : Répartition des différents Embranchements d’algues dans l’ensemble des récoltes de la Lagune Tamelaht au cours de la période mai-octobre, 2007.

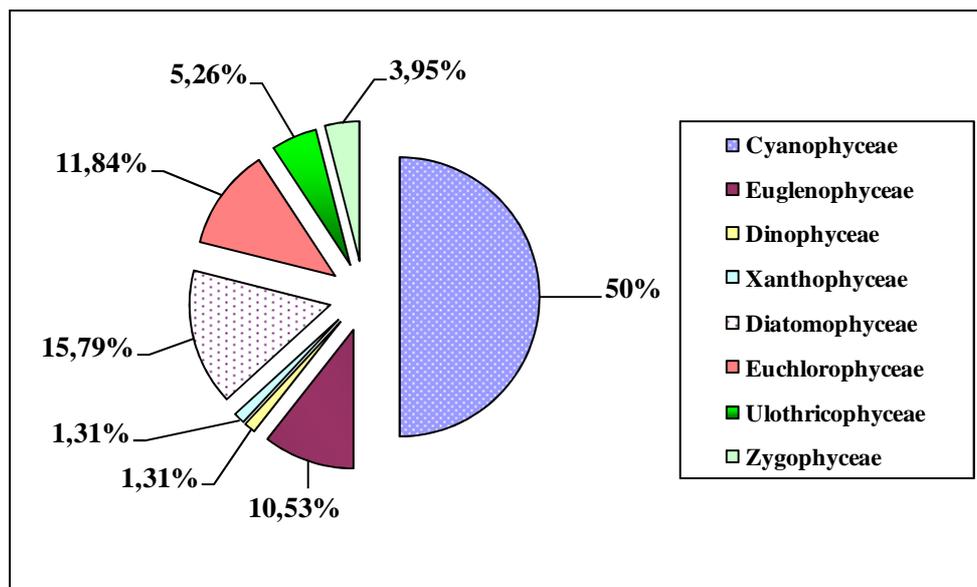


Fig. 37: Répartition des différents embranchements d’algues en classe dans l’ensemble des récoltes de la Lagune Tamelaht au cours de la période mai-octobre, 2007.

### IV.3.2. Lac Mézaia

Sur l’ensemble des prélèvements effectués dans ce lac, 119 taxons ont pu être identifiés. Ce plan d’eau est le plus riche en taxons des deux autres stations, présentant à lui seul plus de la moitié des taxons inventoriés avec un pourcentage qui s’évalue à 71,25%. Ces taxons sont repartis en 5 embranchements et 08 classes comme suite :

- 71 Schizophyta (une seule classe : Cyanophyceae).
- 04 Euglenophyta (une seule classe : Euglenophyceae).
- 02 Pyrrophyta (1 seule classe : Dinophyceae).
- 06 Chromophyta (1 seule classe : Diatomophyceae).
- 36 Chlorophyta (4 classes : Euchlorophyceae, Ulothricophyceae, Zygothryxaceae et les Charophyceae).

Comme la montre bien la fig.38, plus de la moitié des taxons inventoriés appartiennent aux Schizophyta, soit 71 taxons qui représentent un pourcentage de 59,66%, avec dominance des formes filamenteuses, suivies par les Chlorophyta avec 36 taxons qui atteignent 30,25% de la totalité des taxons identifiés. Les Euglenophyta, les Pyrrophyta et les Chromophyta, moins nombreux que les deux précédents embranchements ont également une présence mais assez faible.

Parmi les Chlorophyta, les Euchlorophyceae sont quantitativement la classe la mieux représentée (19 taxons) avec 15,96%, principalement avec les genres *Scenedesmus* et *Oocystis* puis vient la classe des Zygothryxaceae (11 taxons) représentant un pourcentage de 9,24% avec dominance des genres *Cosmarium* et *Closterium*.

Quant aux autres embranchements, leur présence est marquée avec de faibles pourcentages, soit 3,36% pour les Euglenophyta représentées par la seule classe des Euglenophyceae et les Chromophyta avec 5,04%. Remarquons que, pour cette lagune la très faible représentativité de la classe des Charophyceae (0,84%) et l'absence totale de celle des Xanthophyceae (fig.39).

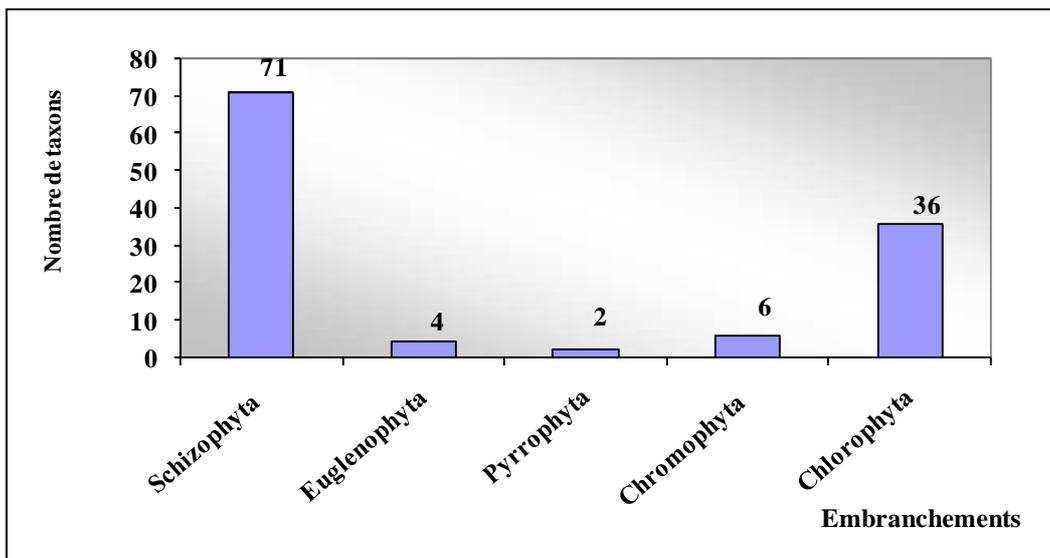


Fig.38 : Répartition des différents embranchements d’algues en classe dans l’ensemble des récoltes du lac Mézaia au cours de la période juin-octobre, 2007.

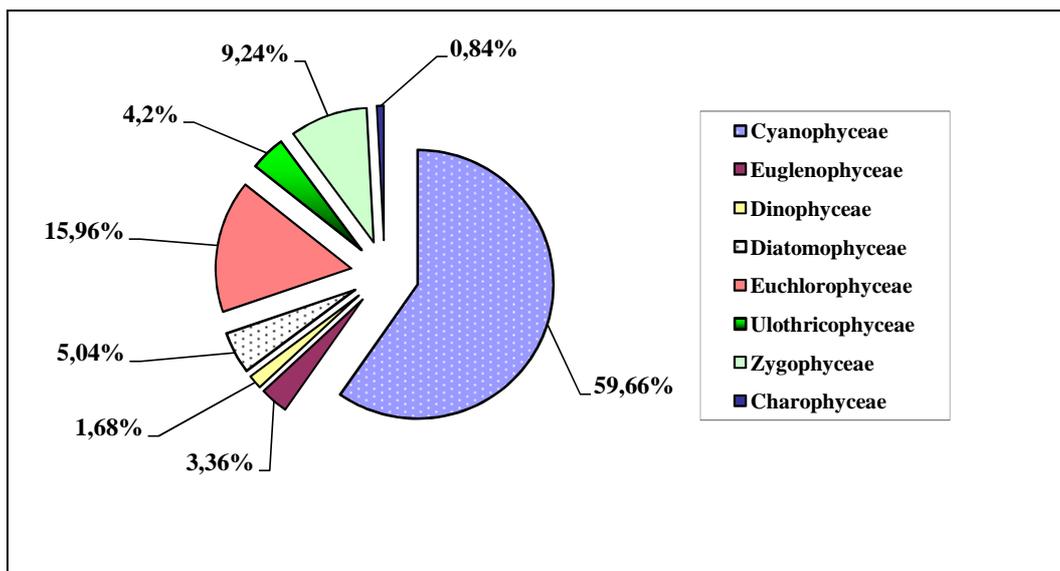


Fig.39 : Répartition des différents embranchements d’algues en classe dans l’ensemble des récoltes du lac Mézaia au cours de la période juin-octobre, 2007.

### IV.3.3. L’Embouchure de l’Oued Soummam

D’après l’inventaire algal effectué pour ce milieu montre le plus faible effectif en comparaison avec les deux précédents. En effet, au total 54 taxons ont pu être identifiés:

- 16 Schizophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 03 Euglenophyta (1 seule classe : Euglenophyceae).
- 01 Pyrrophyta (1 seule classe : Dinophyceae).
- 11 Chromophyta (2 classes : Xantophyceae et Diatomophyceae).

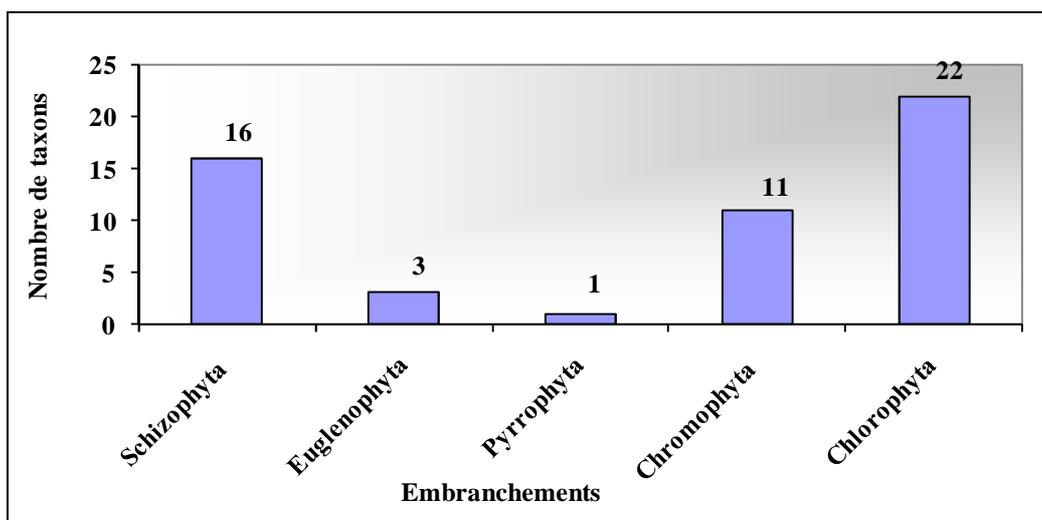
22 Chlorophyta (3 classes : Euchlorophyceae, Zygothyceae et Ulothricophyceae)

Sur les fig.40, on constate que les Chlorophyta dominent avec 22 taxons, soit avec la moitié des taxons inventoriés (41,50%). Les schizophytes constituent le deuxième groupe taxinomique important avec 16 taxons, soit un pourcentage de 30,18% suivi par les Chlorophyta avec un nombre de taxons atteint égale à 11 (20,75%). Quant aux Pyrrophyta et Euglenophyta, elles sont très faiblement représentées, soit respectivement 1 (1,88%) et 3 taxons (5,66%).

D'après la fig.41, les Chlorophyta sont dominées par la classe des Euchlorophyceae (24,53%) suivie de la classe des Zygothyceae avec 11,32%. Les Schizophyta par contre moins nombreuses que les Chlorophyta, représentent à elles seules 30,19% de la totalité des taxons répertoriés.

Les Chromophyta par contre sont bien représentées par la classe des Diatomophyceae avec les genres *Nitzschia*, *Navicula*, *Fragilaria* qui constituent la quasi totalité des taxons de cette classe.

Quant aux autres classes tel que les Dinophyceae, elles sont très faiblement représentées (0,84%) et à l'inverse des deux premières stations, ce plan d'eau fait montrer un manque de taxons en particulier les Xanthophyceae et Charophyceae (fig.41).



**Fig.40** : Répartition des différents embranchements d'algues dans les récoltes de l'embouchure de l'oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007.

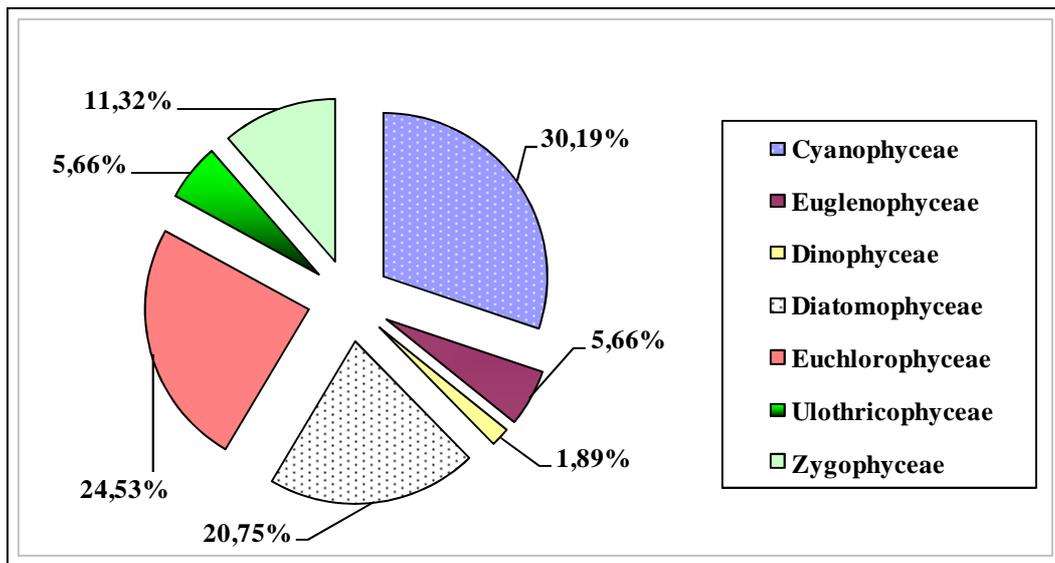


Fig.41 : Répartition des différents embranchements d’algues en classe dans les récoltes de l’embouchure de l’oued Soummam entre la période juin-octobre, 2007.

### IV.3.3. Composition taxinomique des algues bleues (Cyanophyceae)

Au cours du cycle semestriel s’étalant de mai à octobre de l’année 2007, 85 espèces (Tableau IX) ont été répertoriés toutes stations et niveaux confondus. Ces espèces sont représentées par l’unique classe des Cyanophyceae, réparties en 08 familles comme suit : (fig.42).

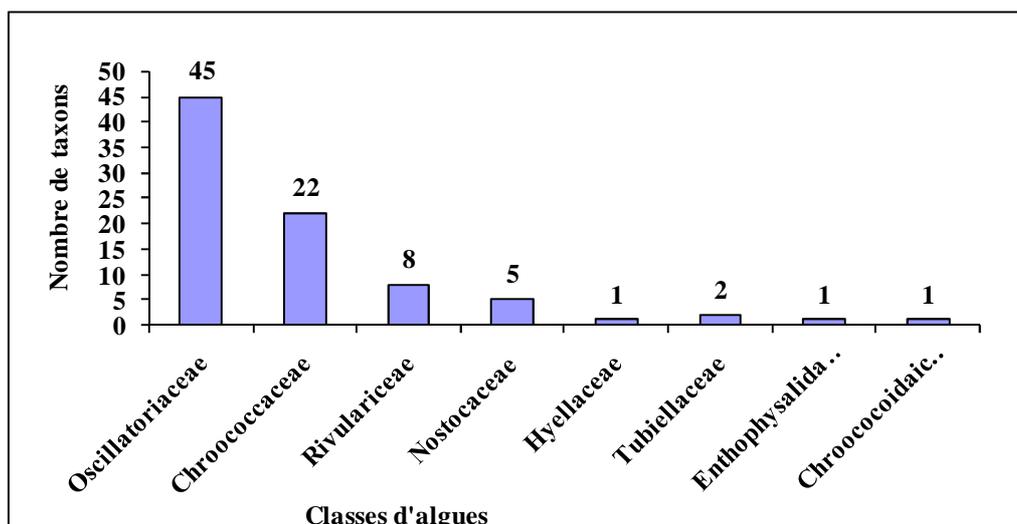


Fig.42 : Répartition en nombre des différents classes d’algues bleues (Schizophyta) dans l’ensemble des récoltes des trois sites prospectés (Lagune Tamelaht, lac Mézaia et l’embouchure de l’oued Soummam) entre la période mai-octobre, 2007.

D'après la fig.42, il ressort que sur l'ensemble des Schizophyta répertoriés pendant cette étude, la famille des Oscillatoriaceae constituent presque la moitié du présent embranchement avec au total 45 taxons suivies par la famille des Chroococcaceae avec 22 taxons alors que la famille des Rivulariaceae ne présente que 8 taxons. Le reste des familles sont présentes mais faiblement représentées.

La lagune Tamelaht n'est représentée que par quatre familles (fig. 43). Parmi les 38 taxons d'algues bleues inventoriées, 19 appartiennent à la famille des Oscillatoriaceae (50%) qui est la mieux représentée suivie par la famille des Chroococcaceae avec seulement 14 taxons (36,84%) alors que les familles Rivulariaceae, Hyellaceae, Enthophysalidaceae et Chroococoidaceae sont totalement absentes.

A la différence de la lagune Tamelaht, le lac Mézaia est riche en Schizophyta, les taxons répertoriés sont au nombre de 71. La fig. 44 montre que cette station est représentée avec 8 familles avec dominance de celle des Oscillatoriaceae avec 39 taxons (54,92%) suivies par la famille des Chroococcaceae avec seulement 17 taxons (23,94%). Les Rivulariaceae sont représentées par la totalité de cette famille avec 8 taxons (11,27%). Les autres familles ont un nombre de taxons très faible ou voir même une seule espèce et d'autres absentes.

Quant à l'embouchure de l'oued Soummam, seulement trois familles sont représentatives. La fig.45 illustre bien la répartition des 16 taxons d'algues bleues selon ces familles. Les Oscillatoriaceae prédominent le reste des familles avec 12 taxons, présentant à elle seule 1/3 de la totalité des algues bleues répertoriées pour cette station avec un pourcentage de 75%, les Nostocaceae et les Chroococcaceae avec 02 taxons (25,5%) chacune.

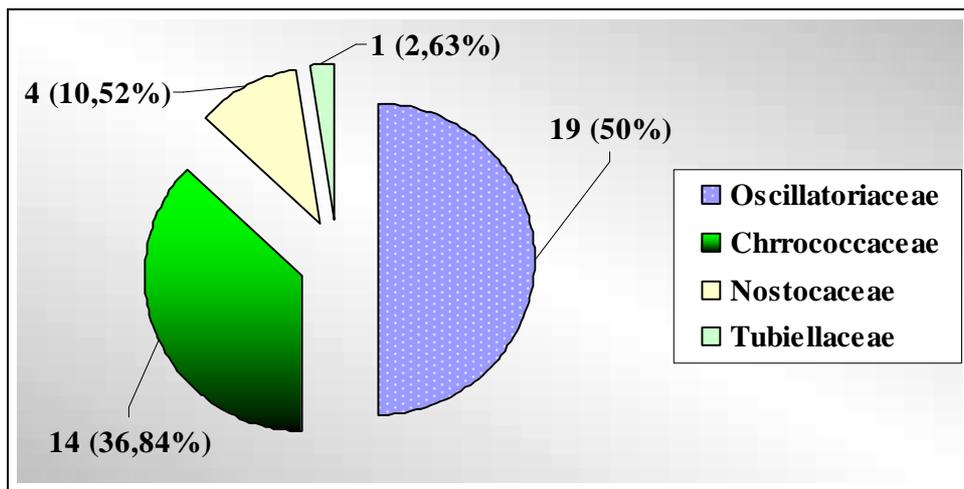


Fig. 43: Répartition en famille des Cyanophyceae inventoriés dans la lagune Tamelaht

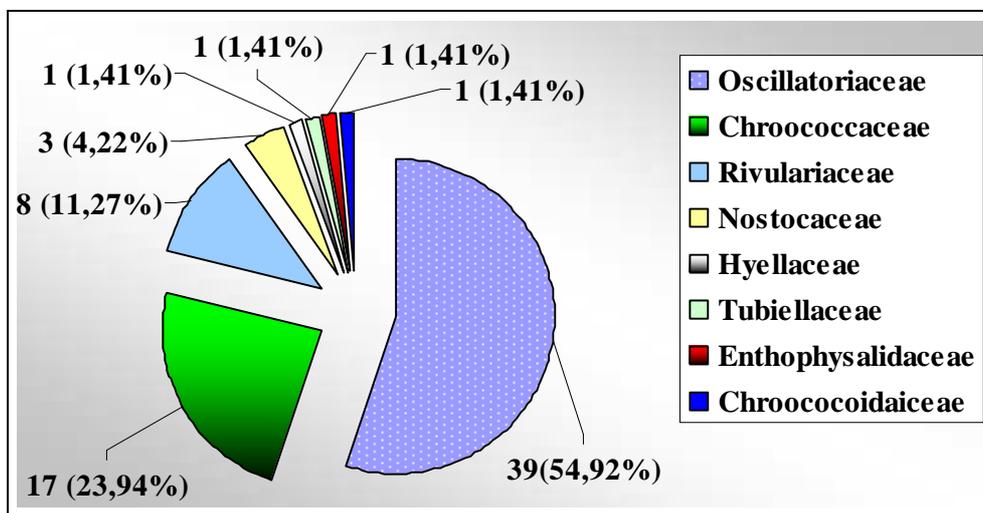


Fig. 44 : Répartition en famille des Cyanophyceae inventoriées dans le lac Mézaia.

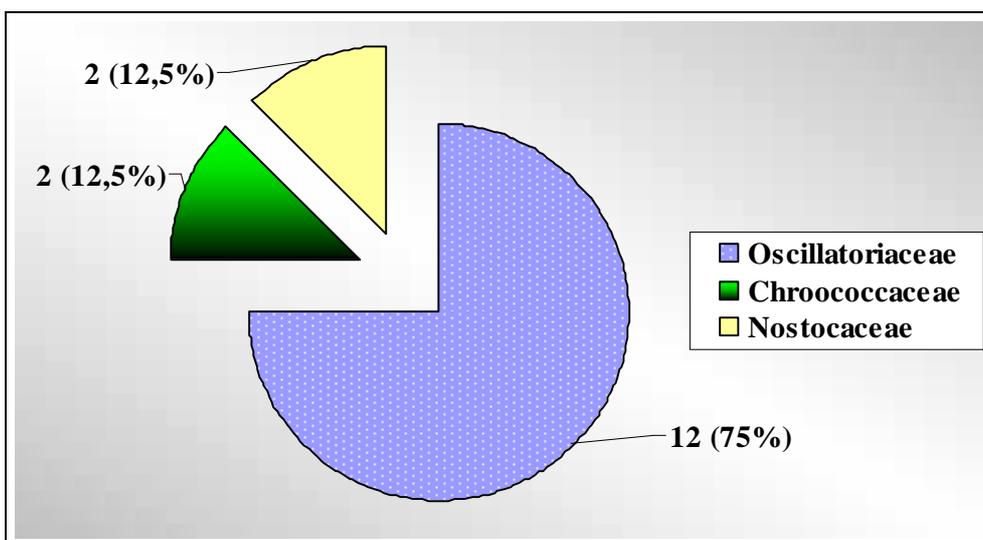


Fig. 45: Répartition en famille des Cyanophyceae dans l'embouchure de l'oued Soummam.

#### IV.3.4. Fréquence des Cyanophyceae toxiques

Parmi les espèces d'algues bleues identifiées, quelques taxons reconnus nuisibles et producteurs de toxines sont présents. Le tableau X rassemble la liste de ces espèces selon les stations.

**Tableau X :** Liste des espèces de cyanobactéries potentiellement toxiques (selon AFSSA et AFSSET, 2006) identifiées au niveau des trois stations au cours de la période d'étude (mai-octobre, 2007) réparties par famille.

: Taxon identifié présent

	Les cyanophyceae toxiques inventoriées/famille	Stations		
		Lagune Tamelaht	Lac Mézaia	Embouchure de l'Oued Soummam
<b>01</b>	<i>Microcystis Flos-aquae</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>02</b>	<i>Microcystis wesenbergii</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>03</b>	<i>Pleurocapsa sp.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>04</b>	<i>Spirulina subsalsa</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>05</b>	<i>Synechocystis aquatilis</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>		<b>03</b>	<b>05</b>	<b>00</b>
<b>2. Famille des Nostocaceae</b>				
<b>06</b>	<i>Anabaena affinis</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>07</b>	<i>Nostoc sp.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>08</b>	<i>Raphidiopsis sp.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>		<b>03</b>	<b>02</b>	<b>01</b>
<b>3. Famille des Oscillatoriaceae</b>				
<b>09</b>	<i>Lyngbia major</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>10</b>	<i>Lyngbia majusculata</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>11</b>	<i>Oscillatoria formosa</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>12</b>	<i>Oscillatoria limosa</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>13</b>	<i>Oscillatoria tenuis</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total/Famille</b>		<b>04</b>	<b>05</b>	<b>03</b>
<b>Total taxons / station</b>		<b>10</b>	<b>12</b>	<b>04</b>

Il ressort de ce tableau que parmi les 85 taxons d'algues bleues inventoriées, 13 espèces au totale sont toxiques dont 12 sont récoltées au lac Mézaia, 10 dans la lagune Tamelaht et 03 à l'embouchure de l'oued Soummam.

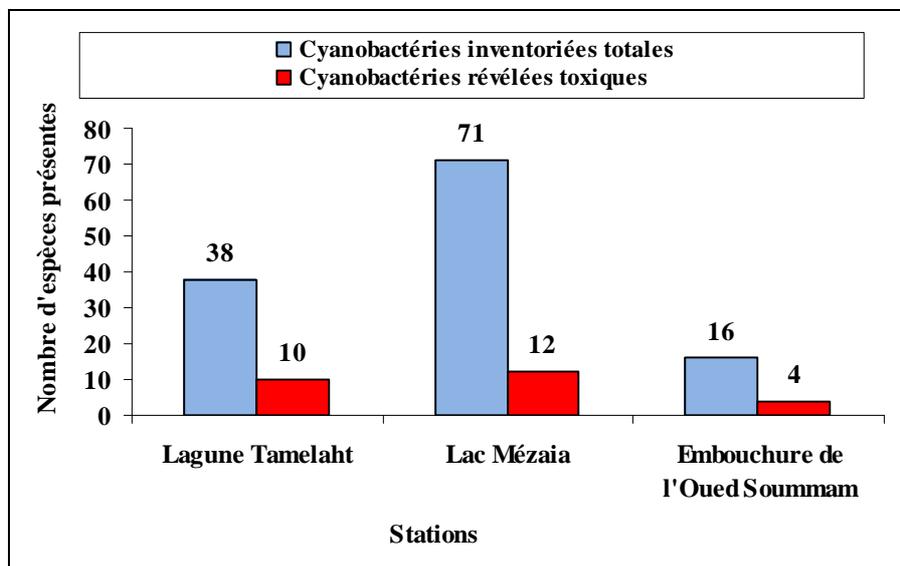
Parmi les 10 espèces présentes à la lagune Tamelaht, 02 sont des Chroococaceae avec les espèces *Microcystis wesenbergii* et *Pleurocapsa sp* *Spirulina subsalsa*, 03 Nostocaceae avec l'espèce *Anabaena affinis* et les genres *Nostoc sp* et *Raphidiopsis sp*, 04 Oscillatoriaceae avec *Lyngbya major*, *Lyngbya majusculata*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria tenuis*.

Pour le lac Mézaia, les 12 espèces toxiques présentes sont dominées par les Chroococaceae et les Oscillatoriaceae avec chacune 5 taxons : *Microcystis Flos-aquae*,

*Microcystis wesenbergii*, *Pleurocapsa sp*, *Spirulina subsalsa*,, *Synechocystis aquatilis* (Chroococcaceae), *Lyngbya major*, *Lyngbya majusculata*, *Oscillatoria formosa*, *Oscillatoria limosa* et *Oscillatoria tenui* (Oscillatoriaceae). La famille la moins représentée, est celle des Nostocaceae avec seulement deux espèces : *Anabaena affinis* et le genre *Nostoc sp*

L'embouchure de l'oued Soummam, bien qu'il est considéré un collecteur de toutes les eaux usées de la ville de Béjaïa, 4 espèces toxiques seulement sont présentes il s'agit du genre *Raphidiopsis* de la famille des Nostocaceae et 03 espèces de la famille des Oscillatoriaceae : *Lyngbya major*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*.

D'une manière générale et d'après ce qui vient d'être cité, nous pouvons déduire que en prenant uniquement en considération les espèces Schizophyta présentes dans chaque station, en terme de pourcentage, au total 16,90% d'espèces toxiques sont répertoriées dans le lac Mézaïa, 25% au niveau de l'embouchure de l'oued Soummam et 26,31% au niveau de la lagune Tamehlaht. (fig.46).



**Fig. 46 :** Distribution des Cyanophyceae (Schizophyta) toxiques et non toxiques inventoriés au niveau des trois stations (Lagune Tamehlaht, lac Mézaïa et l'embouchure de l'oued Soummam).

Chapitre V :

Discussions

**V.1. Paramètres physico-chimiques**

L'étude de l'évolution des paramètres physico-chimiques des trois stations (Lagune Tamelaht, lac Mézaïa et l'embouchure de l'oued Soummam) indique une hétérogénéité spatiale à court terme très apparente. En effet, plusieurs paramètres comme ont montré une grande variabilité dans l'espace. D'après Valentine (2004), tous ces paramètres sont associés au vent, ils ont tendance à être plus élevés en aval du vent.

**V.1.1. Températures de l'air et des eaux**

Les températures des eaux des trois stations prospectées durant la période s'étalant de mai à octobre de l'année 2007 sont en général très élevées et très proches les unes des autres allant en moyenne de 24,93°C pour le lac Mézaïa à 25,14°C pour l'embouchure de l'oued Soummam et à 25,38°C pour la lagune Tamelaht. En comparant ces températures avec celles de l'air, on remarque que celles-ci dépassent de quelques degrés celles de l'eau pour les deux stations Tamelaht et Mézaïa alors que pour l'embouchure de l'oued Soummam, le cas inverse a été souvent constaté. Cette différence vient du fait que les eaux de la lagune Tamelaht et du lac Mézaïa sont stagnantes et sans mouvements intenses et à surface réduite. Les eaux de l'embouchure de l'oued Soummam malgré un débit faible sont relativement renouvelées mais assez peu agitées pour connaître un refroidissement quelconque.

**V.1.2. MES**

Les propriétés optiques révélées par le taux de matières en suspension indiquent un fort éclaircissement pour les eaux de la lagune Tamelaht et le lac Mézaïa (MES : 0,005mg/l (Mezaïa) et de 0,022 (Tamelaht)) favorisant la photosynthèse des algues d'où la production primaire importante (chlorophylle « a » est de 29,39µg/l et 20,87µg/l pour Tamelaht et Mézaïa). Ces résultats révèlent un état d'eutrophisation élevé pour les deux stations (Bricker *et al.*, 1999). Par contre pour la Soummam, ses eaux chargées en matières en suspension (0,069 mg/l) par rapport aux précédentes stations ont pour conséquence que la production primaire est faible (chlorophylle « a » = 11,48µg/l) et une eutrophisation moyenne, résultat confirmé par l'étude taxinomique indiquant la faiblesse de ce cours d'eau en terme de richesse spécifique par rapport aux deux premières stations.

**V.1.3. Nitrates et orthophosphates**

Quant aux éléments, les concentrations restent peu élevées pour les nitrates et sont très faibles, ne dépassant pas 1mg/l, pour les orthophosphates.

Les plus grandes concentrations de nitrates sont enregistrées à la lagune Tamelaht avec en moyenne 14,22mg/l suivies par le lac Mézaïa avec 12,17mg/l. Selon Sanchez (1992), ces teneurs seraient probablement dues à la mise en suspension des sédiments par le vent et l'apport des matériaux organiques par les pluies. Ces nitrates, apportés aux plans d'eau semblent être utilisés par des macrophytes aquatiques et par des algues.

Pour la Soummam les teneurs sont très basses (6,81mg/l en moyenne) et seraient due aux dilutions des eaux provenant de l'amont et des précipitations. Rappelons que les orthophosphates sont très faibles pour les trois stations durant toute la période d'étude. Ces faibles concentrations sont également dues à la nature alcaline des eaux (Dabbadie, 2006).

**V.1.4. Oxygène dissous**

Les teneurs en oxygène dissous varient d'une station à une autre. Ainsi les valeurs sont en moyennes de 6,46mg/l et 7,3mg/l respectivement pour la lagune Tamelaht et le lac Mézaïa. Ces teneurs révèlent une qualité d'eau excellente à acceptable pour les organismes (OD > 5mg/l). Alors que, pour l'embouchure de l'Oued Soummam, sa faible teneur (3,33 mg/l) en oxygène dissous lui confère une qualité d'eau moyenne à médiocre (OD : 3 à 5mg/l). (Beupoil et Bomens, 1997). Cependant l'origine de cet oxygène dissous peut être liée à l'activité photosynthétique ou/et à l'oxygène atmosphérique (Sanchez, 1992 ; Gaujous, 1995) et l'apport d'un effluent plus oxygéné dans le cas de l'embouchure (Oued Soummam) (Tardat, 1984).

**V.1.5. Salinité et conductivité**

Les eaux de la lagune Tamelaht présentent une salinité élevée qui varie en moyenne de 6,04g/l. Les conductivités sont également élevées (6812,66µs/cm). Cette forte salinité peut être expliquée par le phénomène d'évaporation suite aux élévations des températures. Selon Sanchez (1992), ces valeurs élevées sont liées à la libération des ions des sédiments ou à leur concentration par évaporation de l'eau induite par les températures élevées.

Les eaux de l'embouchure de l'oued Soummam avec des salinités de l'ordre de 3,49 g/l sont des eaux saumâtres. Ces eaux présentent des conductivités moyennes de 5279,83 $\mu$ s/cm. Cette variabilité dans les teneurs de la salinité et de la conductivité est probablement due à la typologie de cours d'eau et à sa proximité de la mer. Cette station se trouve alimentée par les eaux chargées provenant de l'amont de l'oued, par les eaux de la mer ainsi que par les eaux de pluies.

Quant aux eaux du lac Mézaïa, elles ont des salinités faibles de 1,54g/l et des conductivités de 1873,16 $\mu$ s/cm correspondant à la charge d'une eau douce. Ce résultat très proche de celui trouvé par Ait eldjoudi et Abbas (2003) confirme la nature douce des eaux de ce lac.

#### **V.1.7. Potentiel hydrogène (pH)**

Le pH des eaux est alcalin pour les trois stations allant en moyenne 9,49 pour la lagune Tamelaht à 8,60 pour le lac Mézaïa et 8,84 pour l'embouchure de la Soummam.

D'après Valentine (2004), la présence du phytoplancton est à l'origine de l'augmentation du pH dans l'eau. Grâce à la photosynthèse, il y a libération de l'oxygène dans l'eau, ce qui augmenterait sa concentration, et consommerait du CO<sub>2</sub> entraînant l'élévation du pH. Signalons que les milieux étudiés ont connu une floraison algale très importante au cours de la période d'étude révélée par l'étude taxinomique et l'étude de la biomasse qui confirme la contribution du phytoplancton dans l'élévation du pH de l'eau. Ce développement est appuyé par le taux élevé de la chlorophylle « a » qui est en moyenne de 29,39 $\mu$ g/l pour la lagune Tamelaht et de 20,87 $\mu$ g/l pour le lac Mézaïa et de 11,48 $\mu$ g/l pour l'embouchure de la Soummam. D'après Dajoz (1985), le pH varie selon l'état trophique du milieu allant de 6 à 7 pour les milieux mésotrophes, 4 à 6 pour les milieux oligotrophes et supérieur à 7 pour les milieux eutrophes cas des trois milieux aquatiques étudiés.

#### **V.1.8. Chlorophylle « a »**

Les valeurs obtenues pour la chlorophylle « a » au niveau de la lagune Tamelaht varient d'un maximum de 42,43 $\mu$ g/l enregistré en Août et un minimum de 8,32 $\mu$ g/l en fin mai avec une moyenne de 29,39 $\mu$ g/l, ce qui classe ce plan d'eau selon Bricker et al (1999) dans un niveau d'eutrophisation élevé (Chl a : 20-60  $\mu$ g/l).

Pour le lac Mézaia, les teneurs en chlorophylle « a » sont très proches de celles de la lagune Tamelaht. Le minimum est 11,07µg/l enregistrées au mois de juin. Cependant, le site a connu une floraison algale importante en mois de juillet en enregistrant une teneur en chlorophylle « a » maximum de 33,36µg/l. Cette floraison pourrait être expliquée par des apports en éléments nutritifs (nitrate et phosphates) (AFSSA et AFSSET, 2000 ; Chevalier et *al.*, 2001) et/ou aussi à la présence d'une espèce de charale. Cette espèce a été observée durant la période d'étude entre le 21 juillet et le début du mois d'août ; l'espèce a submergée toute la surface du lac. En disparaissant (en se décomposant), elles ont libérées des éléments nutritifs dans le milieu, ce qui a conduit la remontée des concentrations en chlorophylle « a » au 10 septembre. Rappelons que la moyenne de production de ce lac est de 20,87µg/l. Le site est donc un lac où se déroule une grande productivité phytoplanctonique. Ces indices lui confèrent le statut de lac eutrophe avec un niveau d'eutrophisation élevé.(Bricker et *al.* 1999)

A la différence de la lagune Tamelaht et du lac Mézaia, l'embouchure de l'oued Soummam a enregistré la plus faible teneur en chlorophylle « a ». Le minimum de production est enregistré en mois de septembre avec une valeur de 3,55µg/l et un maximum de production de 27,68µg/l enregistré au mois de d'août avec une moyenne de 11,48µg/l. la faible teneur de ce pigment dans ce cours d'eau pourrait être expliqué par le faible éclaircissement disponible pour la photosynthèse des algues révélé par les fortes teneurs en MES (0,069mg/l) par rapport aux sites précédents. Ce qui le classe dans un état d'eutrophisation moyenne (Chlorophylle « a » =5-20µg/l) (Bricker et *al.* 1999).

## **V.2. Analyse des populations algales**

L'étude des populations algales des milieux prospectés durant la période mai-octobre, 2007, démontre une importante richesse taxinomique au niveau des trois stations étudiées.

Parmi les algues identifiés, nous avons 112 espèces et 49 genres dont:

- 79,46% sont des espèces cosmopolites (89 espèces).
- 8,03% (9 taxons) sont des espèces signalées en Amérique du Nord, Amérique du Sud, Asie et d'Europe, se sont :

1. *Chroococcus turgidus* (Kütz) Näg propre à Amérique du Nord, du Sud, Asie et d'Europe
  2. *Synechocystis aquatilis* Sauvageau retrouvée en Inde
  3. *Anabaena affinis* (Denis et Frémy), espèce connue d'Amérique du Sud et d'Europe.
  4. *Oscillatoria subbrevis* Schmidle emend.Claus, espèce signalée aux Indes
  5. *Oscillatoria chalybea* Mertens, espèce signalée en Amérique du Sud et en Asie
  6. *Pseudoanabaena crassa* Vozzhennikova, espèce décrite en Asie et en Europe et non pas encore été signalée en Afrique
  7. *Scenedesmus acunae* Comas, espèce signalée en Europe et aux Indes
  8. *Oedogonium exile* Ley signalé en chine.
  9. *Chlorosarcinopsis minor* (Gerneck) Herndon trouvée en France.
- 2,68% sont des espèces tropicales (03 espèces) :
    1. *Spirulina laxissicima* G.S.West.
    2. *Oscillatoria lemmermannii* wolosz
    3. *Oscillatoria subbrevis* Schmidle emend.Claus.
  - 8,93% (10 espèces) sont typiques pour le continent Africain. Ce sont :
    1. *Oscillatoria hamelii* frémy
    2. *Oscillatoria bornetii*(zupal) geitl.
    3. *Oscillatoria pseudogeminata* G.schmid
    4. *Calothrix viguieri* Frémy
    5. *Calothrix breviarticulata* W.et GS West.
    6. *Calothrix braunii* Born et flah
    7. *Microcystis elachista* (west et g.s.west).
    8. *Choococcus minor* (kutz) rabenh.
    9. *Euglena oxyuris var.charkowiensis* (Swir.) Chu.
    10. *Lyngbya circumcreta* G.S.West.

Par ailleurs, cet inventaire, reste incomplet car de nombreuses algues observées uniquement à l'état stérile ou qui ont mal supporté la conservation n'ont pu être déterminées.

En plus, les Diatomophyceae qui étaient très abondantes mais peu diversifiées, n'ont pas été très bien abordées dans le présent travail ainsi que les Characeae et les épiphytes qu'elles abritaient.

Bien qu'incomplet, la comparaison de cet inventaire à ceux déjà établis dans des études faites dans les trois milieux étudiés par Abbaci et Bourad (1997), Cherif et Chibane (2002), Bacha (2003), Bellout et Mebarki (2003) et Askri et Benmnacer (2006), cet inventaire nous a permis d'identifier 67 taxons qui sont des nouveautés pour la région de Béjaïa, dont 43 sont des Schizophyta, 03 Euglenophyta et 21 Chlorophyta. Il s'agit de :

*Anabaena affinis*, *Aphanothece microscopica*, *Bacularia sp*, *Calothrix braunii*, *Calothrix minima*, *Calothrix parietina*, *Calothrix viguieri*, *Chroococcus helviticus*, *Chroococcus minutus*, *Homeothrix sp*, *Johanbaptistia pellucida*, *Lyngbya aerogineo-coerules*, *Lyngbya autumnalis*, *Lyngbya circumcreta*, *Lyngbya limnetica*, *Lyngbya lucidum*, *Lyngbya major*, *Lyngbya muralis*, *Microcoleus sp*, *Microcystis firma*, *Microcystis Flos-aquae*, *Microcystis sp*, *Microcystis wesenbergii*, *Nostoc sp*, *Oscillatoria acuta*, *Oscillatoria borniti*, *Oscillatoria irrigua*, *Oscillatoria lemermannii*, *Oscillatoria limnetica*, *Oscillatoria annae*, *Oscillatoria pseudogeminata*, *Oscillatoria rubescens*, *Oscillatoria sancta*, *Phormidium automnele*, *Phormidium papyraceum*, *Pleurocapsa sp*, *Pseudanabaena muscicola*, *Pseudanabaena tenuis*, *Raphidiopsis sp*, *Rivularia sp*, *Synechococcus vantieghemi*, *Euglena klebsei*, *Euglena polymorpha*, *phacus ovum*, *Actinastrum hantzschii*, *Actinastrum ulothrix*, *Aphanochetae repens*, *Chara sp*, *Chlorosarcimopsis minor*, *Cladophora sp*, *Closterium ehrenbergii*, *Coelastrum sp*, *Cosmarium contractum*, *Cosmarium sp1*, *Cosmarium sp2*, *Cosmarium subtumidum*, *Dichtiospherium pulchellum*, *Enteromorpha sp*, *Micractinium pussilum*, *Monoraphidium convolutus*, *Monoraphidium contortum*, *Oedogonium exile*, *Oocystis parva*, *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus disciformis*, *Spondylosium sp*, *Ulothrix sp*.

### **V.3. Analyse floristique et hétérogénéité spatiale des communautés algales**

La première des informations qui émerge de ces campagnes est qu'à l'hétérogénéité physique ou spatiale est associée étroitement une forte hétérogénéité biologique.

La comparaison de nos résultats avec la situation de 2003 décrite par Bacha est résumée sur le tableau suivant :

Tableau XI : Tableau comparatif des analyses floristiques de 2003 et 2007

Embranchement de taxons /station	Bacha (2003)			2007		
	Lagune Tamejaht	Lac Mézaia	Embouchure de l'oued Soummam	Lagune Tamejaht	Lac Mézaia	Embouchure de l'oued Soummam
<b>Schizophytes</b>	13 (23,21%)	22 (25,28%)	12 (20,68%)	38 (50%)	71 (59,66%)	16 (30,18%)
<b>Euglenophytes</b>	08 (14,28%)	20 (22,98%)	07 (12,6%)	08 (10,52%)	04 (3,36%)	03 (5,66%)
<b>Pyrrophytes</b>	04 (7,14%)	01 (1,14%)	0 (0%)	01 (1,31%)	02 (1,68%)	01 (1,88%)
<b>Chromophytes</b>	18 (32,14%)	10 (11,49%)	16 (26,22%)	13 (17,10%)	06 (5,04%)	11 (20,75%)
<b>Chlorophytes</b>	13 (23,21%)	34 (39,08%)	26 (42,62%)	16 (21,05%)	36 (30,25%)	22 (41,50%)
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>87</b>	<b>61</b>	<b>76</b>	<b>119</b>	<b>53</b>

L'analyse de ce tableau montre en toute évidence une modification dans la structure de la communauté algale dans la composition et de la richesse spécifique.

Les effectifs retrouvés dans le présent travail sont nettement élevés par rapport à ceux de 2003 dans les deux florules de la lagune Tamejaht et du lac Mézaia, soit une augmentation de 32 taxons pour Mézaia et 20 taxons pour Tamejaht.

La troisième station, montre un nombre réduit d'espèces qu'on pouvait lier aux différents changements qu'à subit cette station. L'analyse détaillée de ces trois florules, montre que la répartition de divers groupes au niveau des trois stations est différente.

Pour la lagune Tamejaht, les Chromophyta qui constitue le groupe le mieux représenté avec 32,14% de taxons en 2003, se retrouve en 2007 avec uniquement 17,10% de taxons et occupe de ce fait la troisième position après les Schizophyta et les Chlorophyta. (50% et 21,05%). Cet embranchement constitué essentiellement par des Diatomophyceae est

Selon Descy (1998) un bon indicateur de pollution surtout abondant dans les eaux mélangées. Bien quelles sont caractéristiques des eaux alcalines (Dia et Reynaud, 1982 ; Iltis, 1973) leur faible représentativité en 2007, est due essentiellement au moindre intérêt donné à ces espèces dans la présente étude. En 2007, les Schizophyta prédominent le reste des groupes avec 38

taxons (50%), soit une augmentation de 25 taxons (26,76%) par rapport à l'année 2003 (13 taxons). La présence et la dominance de ce groupe semble être favorisé par la disponibilité des nutriments en particuliers les nitrates et phosphates (orthophosphates) (Chorus et Bartram, 1999 ; Silvano, 2005 ; Ernst et *al.*, 2005 ; AFFSSA et AFSSET, 2006 ) assez disponibles dans les eaux des deux stations (Tamelahet et Mézaïa) par rapport aux eaux de l'oued Soummam ce qui concorde avec les résultats des analyses physico-chimiques dans ces trois stations. L'abondance de ces organismes appelés par certains auteurs comme des écostratégiques (Chorus et Bartram, 1999), est souvent liée à leur capacité d'adaptation aux conditions fluctuantes du milieu, leur permettant ainsi une plasticité extrême par rapport aux autres algues (Bourrelly, 1970). L'exemple qu'on peut citer, est celui de leur adaptation aux faibles lumières et leur tolérance aux faibles concentrations d'oxygène dissous (Mary, 2003).

Quant aux Chlorophyta et les Chromophyta, groupes sous-dominants avec respectivement 21,05% et 17,10% de taxons dans nos échantillons, se trouve très proche de celui de Bacha (2003). Remarquons que la représentativité des Chlorophyceae est proche de celle du Tibesti (29 %) ou du Kanem (29 %) au Tchad, leur faible proportion s'explique par le fait que la plupart de ces algues sont acidophiles et qu'ici les pH sont alcalins pendant la période d'étude (2007). Cette particularité est caractéristique de ce biotope qui le rapprocherait du peuplement algal du lac de Mayolo au Tchad (Iltis, 1973) où la salinité est faible (0,3 g/l).

Au lac Mézaïa par contre, une augmentation des Schizophyta par rapport à celles de 2003 est bien apparente avec 49 taxons suivis par celles des Chlorophyta avec seulement 2 taxons. Ces Schizophyta sont surtout représentées par des espèces filamenteuses du genre *Oscillatoria*, *Lyngbya* et *Calothrix* qui sont des espèces toxiques très abondantes dans des milieux riches en nutriments (Chorus et Bartram, 1999 ; Ernst et *al.*, 2005) et donc moins broutés par le zooplancton que le reste des algues (Ngansoumana, 2006). Les Chromophyta et Pyrrophyta n'ont pas variées pendant ces deux périodes (2003 et 2007) alors que les Euglenophyta, groupe principalement connu pour sa préférence des milieux riches en matières organiques en particulier l'azote (Descy, 1989) est composé par le genre *Euglena*, *Phacus* et *Lepocinclis* ont vu leur nombre diminuer dans cette station de 12 taxons. Ceci est dû au fait que les Euglenophyta sont des formes métabolite, la fixation les rendent méconnaissables,

donc difficilement identifiable. Plusieurs formes ont été négligées dans nos récoltes à cause de l'insuffisance des caractères systématiques nécessaires à leur détermination.

Pour l'embouchure de l'oued Soummam, les pourcentages relatifs de la flore de 2003 sont assez proches de ceux de 2007. Au total, une légère baisse de 08 taxons a cependant été constatée. Les Chlorophyta ont gardé la même position qu'en 2003 avec un pourcentage très rapproché. Les schizophytes et Euglenophyta qui n'ont pas trop variés entre ces deux périodes est à remarquer avec la présence d'une Pyrrophyta (*Péridinium sp*).

#### **V.4. Les Cyanophyceae toxiques**

Parmi les 85 Cyanophyceae total inventoriées et appartenant à 25 genres, 13 taxons sont révélés toxiques, ce qui représente un pourcentage de 15,29%. Comme la plupart des Cyanophyceae qui prolifère dans les milieux eutrophes, leur présence est souvent liée à la disponibilité des nutriments en particuliers nitrates et phosphates (Chorus et Bartram, 1999 ; Silvano, 2005 ; AFSSA et AFSSET, 2006), à leur capacité d'assimiler d'autre éléments (carbone sous forme  $\text{NH}_3^-$ ) quant le milieu est basique, cas de nos milieux étudiés, à leur caractère toxique (Chorus et Bartram, 1999 ; Haider et *al.*, 2003 ; AFSSA et AFSSET, 2006) ainsi qu'à leur association en colonies leurs évitant d'être broutées par les zooplanctons (Rabouille, 2002 ; Ngansoumana, 2006).

Les trois milieux étudiés montrent des différences en terme de nombre et de richesse taxinomiques en espèces toxiques. Cette différence ressort du fait que les caractéristiques physico-chimiques des trois milieux sont hétérogènes. En effet, la lagune Tamelaht, avec ses eaux alcalines (pH = 9,49), bien oxygénées (6,46mg/l), d'une salinité moyenne de 6,04g/l et dont les nutriments (nitrates et orthophosphates) sont disponibles ( $\text{NO}_3^-$  : 14,22mg/l ;  $\text{PO}_4^-$  : 0,58mg/l), bien éclairées ainsi qu'une température de l'ordre de 25,38°C semblent fournir des conditions favorables à la prolifération de ce groupe d'algues en totalisant à elle seule un pourcentage de 26,31% (10 taxons).

Le lac Mézaia, bien qu'il est richement représenté par les Cyanophyceae qui comptaient 71 taxons au total, avec ses eaux légèrement alcalines (pH : 8,60) et douces (salinité : 1,54g/l), bien oxygénées (7,30mg/l) et nutriments assez disponibles ( $\text{NO}_3^-$  :

12,17mg/l ;  $\text{PO}_4^-$  : 0,10mg/l l'éclairement important (MES : 0,005mg/l) et températures favorables (24,93°C), n'est présent que 16,90% d'algues toxiques.

A la différence du lac Mézaia, l'embouchure de l'oued Soummam, qui est la station la plus faible en Cyanophyceae, totalise 25% d'algues bleues toxiques. Malgré sa faible teneur en nutriments (nitrates et orthophosphates ;  $\text{NO}_3^-$  : 7,61mg/l et  $\text{PO}_4^-$  : 0,18mg/l), ses eaux légèrement oxygénées (OD : 0,18mg/l), légèrement alcalines (8,84), saumâtres (salinité : 3,49g/l), des températures moyennes (25,14°C) et un éclairement faible (MES : 0,069mg/l), les espèces toxiques présentes semblent bien tolérer ces conditions. Chorus et Bartram (1999), considèrent les Cyanophyceae en général sont des espèces écostratégiques et leur présence est souvent liée à leur capacité d'adaptation aux conditions fluctuantes du milieu, leur permettant ainsi une plasticité extrême par rapport aux autres algues (Bourrelly, 1970). Mary (2003) relève l'exemple de cette adaptation aux faibles lumières et la tolérance aux faibles concentrations d'oxygène dissous.

# Conclusion

Ce présent travail constitue une contribution à l'étude de la diversité algale notamment les cyanobactéries des zones humides de la région de Béjaïa.

Notre étude est portée sur trois milieux aquatiques différents choisis pour leur diversité, leurs richesses algales et leur importance écologique d'une part et d'autre part dans le but d'identifier le maximum de taxons possibles. Il s'agit de la lagune Tamelaht à eau salée, le lac Mézaïa à eau douce et l'embouchure de l'oued Soummam à eau saumâtre et très polluée.

Dans le but de comprendre les facteurs réagissant l'environnement de la flore algale de ces milieux, plusieurs paramètres ont été mesurés et ce-ci dans chaque station. A coté de ces mesures, des prélèvements d'algues planctoniques et benthiques ont été récoltés sur une période d'étude allant de mai-octobre, 2007. Au total, 90 échantillons ont été effectués durant cette période.

Les observations et analyses des eaux de ces stations, nous ont permis de répertorier 161 taxons appartenant à 68 genres et dont 112 ont été déterminés au niveau de l'espèce et 49 au niveau du genre seulement, répartis comme suit, dans cinq embranchements : 85 Schizophyta, 09 Euglenophyta, 02 Pyrrophyta, 16 Chromophyta et 49 Chlorophyta.

La richesse spécifique de ces trois plans d'eau révèle que, les Schizophyta sont fortement représentés, avec 85 taxons, soit 52,79% de l'ensemble des algues déterminées. Elles sont suivies par les Chlorophyta avec 49 taxons et dont le pourcentage atteint 30,43% ; les Chromophyta représentent pour leur part 9,93% de la totalité des taxons identifiés.

Parmi les Schizophyta, la famille des Oscillatoriaceae domine avec 45 taxons, ce qui représente plus de la moitié de la classe (52,94%), suivies par les Chroococcaceae avec 23 taxons, soit 27,06% de l'ensemble des Schisophyta.

Quant aux Chlorophyta, elles sont essentiellement représentées par la classe des Euchlorophyceae avec 16,77% (27 taxons) suivi par la classe des Zygoephyceae dont le pourcentage atteint 8,07% (13 taxons). Les autres taxons ont des pourcentages très faibles, soit respectivement 0,62% et 4,97% pour les Charophyceae et les Ulothricophyceae.

Pour les Diatomophyceae, ce sont surtout les formes pennées qui prédominent.

D'autres algues ont été également inventoriées, elles sont représentées par les Euglenophyta, Pyrrophyta. Toutefois leurs nombres sont faibles en comparaison avec les deux embranchements précédents.

Cette étude nous a permis aussi de distinguer que, les biotopes sont très distincts les uns des autres en terme de richesse spécifique et diversité taxinomique. Cette différence est bien apparente par les caractéristiques hydrologiques (physico-chimiques) des eaux de ces écosystèmes aquatiques.

Ainsi, le lac Mézaia comporte à lui seul plus de la moitié des taxons totaux inventoriés, soit 119 taxons avec dominance des Cyanophyceae, trouvés dans des conditions abiotiques suivants : T eau : 25,03°C ; Salinité : 1,51 g/l ; Conductivité : 1873,17µs/cm ; Oxygène dissous : 7,3mg/l ; Nitrates : 11,51mg/l ; Orthophosphates : 0,09mg/l ; pH : 8,60 et MES : 0,005mg/l suivi par la lagune Tamelaht avec 76 taxons trouvés dans les conditions suivantes : T air 25,38°C ; Salinité : 6,04g/l ; Conductivité : 6812,67µs/cm. ; Oxygène dissous : 6,46mg/l ; Nitrates : 14,22mg/l. ; Orthophosphates : 0,50mg/l ; pH : 9,49 ; MES : 0,022mg/l et enfin l'embouchure de l'oued Soummam avec 54 taxons présents dans les conditions du milieu suivantes : T eau : 25,14°C ; Salinité : 3,49g/l ; Conductivité : 5279,83 µs/cm ; Oxygène dissous : 3,33mg/l ; Nitrates : 7,61mg/l ; Orthophosphates : 0,18mg/l ; pH : 8,84 et MES : 0,069mg/l.

Sur l'ensemble des taxons inventoriés, l'importance de l'embranchement des Schizophyta (Cyanophyceae) en terme de richesse spécifique et diversité dans les milieux étudiés est caractéristique. Parmi les 85 Cyanophyceae identifiées et appartenant à 25 genres, 71 sont présentes au lac Mézaia, 38 à la lagune Tamelaht et 16 à l'embouchure de l'oued Soummam avec la présence de taxons révélés par la littérature comme producteurs de toxines

Au total, 13 espèces toxiques sont répertoriés pendant notre étude : 12 sont présentes au lac Mézaia ; 10 espèces présentes à la lagune Tamelaht et 04 pour l'embouchure de l'oued Soummam: *Microcystis Flos-aquae*, *Microcystis wesenbergii*, *Pleurocapsa sp*, *Spirulina subsalsa*,, *Synechocystis aquatilis*, *Lyngbya major*, *Lyngbya majusculata*, *Oscillatoria formosa*, *Oscillatoria limosa* et *Oscillatoria tenuis*, *Anabaena affinis* et le genre *Nostoc sp*, et *Raphidiopsis sp*.

D'une manière générale et d'après ce qui vient d'être cité, nous pouvons déduire que en prenant uniquement en considération les espèces Schizophyta présentes dans chaque station, en terme de pourcentage, au total 16,90% d'espèces toxiques sont répertoriées dans le lac Mézaia, 25% au niveau de l'embouchure de l'oued Soummam et 26,31% au niveau de la lagune Tamehlaht.

Quant à l'embouchure de l'oued soummam, bien qu'il est considéré Comme un collecteur de toutes les eaux usées de la ville de Béjaia, il s'individualise avec 4 taxons toxiques seulement dont le genre *Raphidiopsis* de la famille des Nostocaceae et 03 espèces de la familles des Oscillatoriaceae : *Lyngbya major*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*. D'une manière générale, la présente étude a permis de révéler la présence de 67 taxons sont des nouveautés pour la région de Béjaia.

Toutefois, il faut rappeler que l'étude dont les résultats sont présentés ici, a été consacrée pour l'essentiel à la taxinomie des communautés algales, il serait souhaitable de réaliser des études plus poussées dans ce domaine en générale et en écophysologie en particulier pour mieux appréhender les phénomène de prolifération algale et d'eutrophisation des milieux aquatiques ainsi que les paramètres intervenant dans leur développement afin de mieux gérer nos ressources en eau et préserver nos écosystèmes.

Nous souhaitons que ce travail contribue à une recherche dans le domaine de la systématique et d'écologie des algues. Nous suggérons aux futurs étudiants de le compléter par des études plus approfondies, telles que le comptage des populations algale à l'aide d'un microscope inversé, l'identification plus précise des algues à l'aide microscopie électronique à balayage, étude des dynamique des populations algales par le suivi de la fréquence de chaque espèce au cours du temps et enfin l'analyse des toxines des Cyanobactéries par HPLC, par les tests ELISA et les bioessais.

# Bibliographie

1. **Abbaci A. et Bourad N., 1997**-Contribution à l'étude de la flore algale de lac Mezaia (Bejaia).Mémoire d'ingénieur en écologie et environnement, université de Bejaia, 56P.
2. **Abbas O. et Ait eldjoudi K., 2003**- Contribution à l'étude de quelques paramètres physico-chimiques du lac Mézaia. Mémoire d'ingénieur, université de Béjaia, 40p.
3. **AFSSA et AFFSET, 2006**-Risques sanitaire liés à la présence de cyanobactéries dans l'eau. Rapport sur l'évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives, Paris : 235p.
4. **Aklil S., 1997**- Contribution à l'étude ethnologique des zoocénoses du la Mézaia. Mémoire d'ingénieur, Université de Béjaia., 70p.
5. **Altisan L. A. R., 2006**-Effects of light and nutrient gradients on the taxonomic composition, size structure and physiological status of the phytoplankton community within a temperate eutrophic estuary. Thèse de doctorat, Université de Southampton.
6. **Amarnia Z. et Lahlah F., 1997**-Impact des effluents domestiques et industriels sur les eaux de l'oued Soummam et mesures d'atténuation. Mémoire d'ingénieur, université de Béjaia., 83p.
7. **Askri L. et Bennacer Z., 2006**-Identification des cyanobactéries dans le lac Mezaia. Mémoire d'étude supérieure en biologie Animale, université de Bejaia, 52P
8. **Arfi R., Dufour P. et Maurer D., 1981**- Phytoplankton et pollution : Premières études en baie de BIETRI (cote d'ivoire). Traitement mathématique des données. *Oceanologica Acta* 3 (4) : 319-329.
9. **Arzel P., 1990**- De la cueillette à la culture évolution des techniques en Europe. In : les algues une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N : 5-12.
10. **Bacha M., 2003**-Contribution à l'étude de la biodiversité phytoplanctonique dans les zones humides de Bejaia. Mémoire de magister en biologie, option biologie de la conservation et écodéveloppement, université de Bejaia, 101p.
11. **Ballot A., krienitz l., kotut k., wiegand c. et pflugmacher s.,2005**-Cyanobacteria and cyanobacterial toxins in the alkaline crater lakes Sonachi and Simbi, Kenya. *Rev. Harmful algae* 4:139-150.
12. **Barberousse H., 2006**-Etude de la diversité des algues et des cyanobactéries colonisant les revêtements de façade en France et recherche des facteurs favorisant leur implantation. Thèse de doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle. Phycologie Appliquée, 192p.

13. **Barsanti L. et Gualtieri P., 2005**-Algae : Anatomy, Biochemistry and Biotechnology. Ed. Taylor & Francis Group, 320p.
14. **Beupoil C. et Boumens P., 1997**- Oxygène dissous et toxicité de l'ammoniaque en zones estuariennes : seuil d'acceptabilité. Station de Biol. Mar (Concarneau). Ed. Agence de l'eau Loire-Bretagne, 48p.
15. **Bellout D. et Mebarki H., 2003**- Les cyanophycées de l'oued Soummam. Mémoire d'ingénieur en écologie et environnement, Université de Béjaia : 56p.
16. **Brient L., Vézic C. et Bertru G., 2001**- Evaluation des efflorescences à cyanobactéries dans des eaux des cours d'eau et plans d'eau bretons. Rapport réalisé pour la DIREN Bretagne : 83p.
17. **Benhamiche N., 1997**- Modélisation de la relation pluie-relief en vue de la cartographie par krigeage : cas du bassin versant de la Soummam. Thèse de magister en science Agronomique. Opt : Aménagement et mise en valeur. I.N.A. Alger, 158p.
18. **Benredjeb-Jehani A. et Romdhane M. S., 2002**- Impact des perturbations anthropiques sur l'évolution du phytoplancton de la lagune de BOUGHRARA (Tunisie).Bull. Inst.Natn.Sci. tech. Mer de Salammbô 29 : 65-75.
19. **Bontoux J., 1983**-Introduction à l'étude des eaux douces Ed. Cebedoc, 63p
20. **Bourelly P. et Couté A., 1986**- Algues d'eau douce de l'Ile Maurice (diatomées exclues) Ed. Rev. *Hydrobiol.Trop.*19 (2) 1986: 131-158.
21. **Bourelly P., 1966**-Les algues d'eau douce : initiation à la systématique, Tome I : les algues vertes Ed. Boubée et C<sup>ie</sup> ; 511p.
22. **Bourelly P., 1970**-les algues d'eau douce : initiation à la systématique, Tome III : les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Ed. Boubée et C<sup>ie</sup>, 512p.
23. **Bourelly P., 1981**- Algues d'eau douce de la Nouvelle Calédonie recueillies par la Mission F. Starmühlner en 1965 (Diatomées exclues) : 2<sup>e</sup> Partie : Chlorophycées (Desmidiées) et Charophycées, Rev. *Hydrobiol. Trop.* 17 (2) : 101-115.
24. **Bourelly P., 1984**- Algues d'eau douce de la Nouvelle Calédonie recueillies par la mission F. Starmühlner en 1965 (diatomées exclues). Rev. *Hydrobiol.Trop.* 17 (2): 101-115.
25. **Bourelly P., 1987**- Algues d'eau douce des mares d'Alpage de la région de Lunz am See, Autiche. Ed. *Bibliotheca phycologica* 76, 182p.
26. **Brient L., Vézic C. et Bertru G., 2001**-Evaluation des efflorescences à cyanobactéries dans les eaux de cours d'eaux et plans d'eau bretons. Rapport réalisé par le DIREN Bretagne, 182 p.

- 27. Bricker S. B., Clement C. G., Pirhalla D. E., Orlando S. P. et Farrow D. R. G., 1999-**« National Estuarine Eutrophication Assessment. Effetct of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries ».NOAA, National Ocean Service, Special Project Office and the National center for Coastal Ocean Science. Silver spring, MD., 71p.
- 28. Capdevielle P., 1985-** Observation dans la région des Landes d'algues d'eau douce rares ou nouvelles pour la flore de France. *Cryptogamie : Algologie* 4 (3) :141-170.
- 29. Cardinal C., 1979-**Algues planctoniques du bassin de la Seine (à l'exception des cyanophycées et des diatomées). *Bull. Mus. natn. Hist. nat.*, Paris, 4<sup>e</sup> sér., 1, section B, n° 4: 285-327.
- 30. Cělekl A., Obali O. et LU O. B., 2007-**The Phytoplankton Community (except Bacillariophyceae) of Lake Abant (Bolu, Turkey), *Turk J. Bot.* 31 : 109-124.
- 31. Carmichael W. W., Azevedo S., An J. S., Molica R. J. R., Jochimsen E. M., Lau S., Rinehart K. L., Shaw G. R., et Eaglesham G. K., 2001-** Human fatalities from cyanobacteria: Chemical and biological evidence for cyanotoxins. *Environmental Health Perspectives* 109: 663-668.
- 32. Chevalier P., Pilote R. et Leclerc J. M., 2001-** Risque à la santé publique découlant de la présence de cyanobactéries (algues bleus) et de microcystine dans trois bassins versants du Sud-Ouest québécois tributaire du fleuve Saint laurent. Rapport, unité de recherche en santé publique (centre hospitalier de l'université Laval) et institut national de santé publique, 151p.
- 33. Cherif L. et Chibane M., 2002-** Contribution à l'étude de quelques paramètres physico-chimiques et de la flore algale du lac Tamejaht (Béjaia).Mémoire d'ingénieur en écologie et environnement, université de Béjaia, 69p
- 34. Chorus I. et bartram J., 1999-** Toxic cyanobacteria in water: a guide to public heath signefiance, monitoring and management.Ed. E & FN Spon, London, 400p.
- 35. Chomérat N., Garnier R., Bertrand C. et Cazaubon A., 2007-** Seasonal succession of cyanoprocaryotes in hypereutrophic oligo-mesohaline lagon from the South of France. *Estuarine, coastal and Sheff Science* 72: 591-602.
- 36. Compère P., 1972-** Algues de la région du lac Tchad VII : Chlorophycophytes (3ème partie : desmidiées), Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. *Hydrobiol* 2 (11) : 77-177.
- 37. Compère P., 1974-**Algues de la région du lac Tchad II : Les cyanophycées. Cah. O.R.S.T.O.M ; Sér .*Hydrobiol* 3/4 (8) : 165-198
- 38. Compère P., 1975-** Algues de la région du lac Tchad III : Rhodophycées, Euglénophycées, Cryptophycées, dinophycées, Chrysophycées, Xanthophycées, Cah. O.R.S.T.O.M., Sér, *Hydrobiol* 3 (9) :167-198.

- 39. Couté A., 1979-** Cyanophycées planctoniques du bassin de la seine Ed. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat ; Paris, 4<sup>e</sup> Sér. 1, section B, n° 4 : 267-283.
- 40. Couté A. et Iltis A., 1984a-** Mise au point sur la flore péridiniale (Algue, Pyrrophyta) d'eau, douce de Côte d'ivoire. Rev. *Hydrobiol. Trop.* 17 (1) : 53-64
- 41. Couté A. et Iltis A., 1984b-** Péridiniales (Algue, Pyrrophyta) de Bolivie, Rev. *Hydrobiol. Trop.* 17 (4): 219-286.
- 42. Couté A. et Thérézien Y., 1986-** Quelques desmidiées (algae, zygothyceae) de Guyane française étudiées au microscope électronique à balayage. Rev. *Hydrobiol. Trop.* 19 (1) : 31-44.
- 43. Couté A., 1990-** Les algues, indicateurs de la qualité des eaux continentales. In : les algues une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C.E.V.A, de IFREMER et du M. N. H. N. : 43-56
- 44. Coste M., 1999-** Atlas des diatomées : pour la mise en œuvre de l'indice biologique diatomées (IBD).150p.
- 45. Dabbadie L., 1992-** Cultures intensives de microalgues sur lisier de porc : Performances, contraintes, utilisation des biomasses. Mémoire d'agronomie appliquée. Spécialité biologie animale. Université de Montpellier. Paris.123p.
- 46. Dajoz R., 1971-** Précis d'écologie, Ed. Dunod. Paris, 505p.
- 47. Dajoz R., 1985-** Précis d'écologie, Ed. Bordas. Paris, 499p.
- 48. Dehbi-Zebboudj A., 1989-** Les algues dulçaquicoles des Vosges et les pluies acides. Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 233p.
- 49. De la Noüe J. et Proulx D., 1990-** Valorisation alimentaire des micro-algues pour d'humain et les animaux. In : les algues : une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N. Ed. APRIA, Paris, 169-184.
- 50. De Pauw N. et Salomoni C., 1990-** Production de micro-algues par traitement d'eaux usées et de déchets. In : les algues : une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N. Ed. APRIA, Paris, 27-28.
- 51. De Reviers B., 2003-** Biologie et physiologie des algues. Tome I. Ed. Belin Sup Sciences.255p.
- 52. Descy J. P., 1998-** Ecologie des eaux continentales : Les végétaux aquatiques.60p.

- 53. D.H.W (Direction hydraulique de la wilaya de Béjaia), 2006-** Données internes sur les quantités des différents rejets de la wilaya de Béjaia.
- 54. Dia A. et Reynaud P. A., 1982-** Le phytoplancton du lac de GUIERS : Approche qualitative et quantitative. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol., n° 45 : 35-47.
- 55. Direction de l'environnement., 2008-** Rapport interne sur les différents types de rejets déversés dans le oued Soummam.
- 56. Didem Karacao L., Dere F. et Dalkiran N., 2004-** A Taxonomic Study on the Phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa), Turk J Bot.28: 473-485.
- 57. Douterelo I., Perona E. et Mateo P., 2004-** Use of cyanobacteria to assess water quality in running waters. Environmental Pollution 127: 377–384.
- 58. Durand P., 1990-** Les algues une source de molécules à haute valeur ajoutée. In : une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N. Ed. APRIA, Paris : 97-106.
- 59. Ernst A., Deicher M., Herman M. J. et Wollenzien Ute I. A., 2005-** Nitrate and phosphate affect cultivability of cyanobacteria from environments with low nutrient levels. *Applied and Environmental Microbiology* 6 (71) : 3379–3383.
- 60. Fay P., 1992-** Oxygen relations of nitrogen fixation in cyanobacteria. *Microbiological rev*, 2 (56): 340-373.
- 61. Feldmann J., Gaussen H., Prevot A. R., Chadefaud M., De ferre Y., Grassé P. et Des Abbayes P., 1978-** Précis de botanique, Tome 1 : les végétaux inférieurs, 2<sup>ème</sup> Ed, 712p.
- 62. Franceschini I. M., 1991-** Algues d'eau douce de Porto Alegre, Brésil. Taxinomie, composition floristique et peuplements, thèse de doctorat de l'université paris 6. Spécialité : Science de la Vie-Algologie, 118p.
- 63. Franceschini I. M., 1992-** Algues d'eau douce de Porto Alegre, Brésil (les diatomophycées exclues) Ed. *Bibliotheca phycologica* 92, 81p.
- 64. Frémy P., 1930-** Les myxophycées de l'Afrique équatoriale française Ed. Caen, 508p.
- 65. Frémy J. M. et Lassurs P., 2001-** Les toxines d'algues dans l'alimentation Ed. Ifremer; 560p.
- 66. Fqih Berrada D., Berrada R., Benzekri A. et Jabry E., 2000-** Evolution saisonnière des peuplements phytoplanctoniques dans le lac-réservoir El Kansara (Maroc) en relation avec certains paramètres abiotiques et biotiques. *Rev Hydroécol.Appl*, Tome 12, (1-2) :207-231.

67. **Gaujous D., 1995**-La pollution des milieux aquatiques, aide mémoire, Ed Lavoisier, 220p.
68. **Gayral P., 1975**- Les algues : Morphologie, Cytologie, Reproduction et Ecologie Ed. DOIN, 163p
69. **Geoffroy A. C., Louise F. M. et James S. M., 2004**-Cyanobacterial toxin : Risk for health protection. *Toxicology and applied pharmacology* 203 : 264-272.
70. **Haider S., Naithani, V ., Viswanathan, P N et Kakkar, P;2003**- Cyanobacterial toxins: a growing environmental concern. *Chemosphere* 52 :1-21.
71. **Harada K. I., 2004**-Production of secondary metabolites by freshwater cyanobacteria. *Bull. Chem. Pharm.* 52 (8) : 889-899.
72. **Hosmani S. P. et Bharati S. G., 1982**-Use of algae in classifying water bodies. *Phycos* 21 : 48-51.
73. **IFREMER, 2001**-L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France. Rapport IFREMER pour la commission Européenne DG.ENV.B1, 49p.
74. **Iltis A. et Couté A., 1994**- Péridiniales (Algae, Pyrrophyta) de Bolivie, *Rev. Hydrobiol. Trop.* 17 (4): 279-286.
75. **Iltis A., 1970**- Phytoplankton des eaux Natronées du Kanem (Tchad) IV. Note sur les espèces du genre *Oscillatoria*, sous-genre *Spirulina* (Cyanophyta). O.R.S.T.O.M., Sér. *Hydrobiol.*, vol. IV, 11 ¾ :129-134.
76. **Iltis A., 1971**-Algues nouvelles des mares du Kanem (Tchad). *Rev. Algologie* 2:171-177.
77. **Iltis A., 1980**- Les algues. Sér *bio. veg.* 34 (2): 9-61.
78. **Latreuche - Belarouci N., 1991**- Reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Ed. O.P.U, Tome1 : 294p.
79. **Leitão M. et Couté A., 2005**-Guide pratique des Cyanobactéries planctoniques du Grand Ouest de la France Ed .AESN : 63p.
80. **Lemée G., 1978**-Precis d'écologie Ed. Masson, paris, 285p
81. **Maillard R., 1978**- Contribution à la connaissance des diatomées d'eau douce de la nouvelle Calédonie, Cah. ORSTOM. Ser. *Hydrobiol.*, vol. XII, N°2 :143-172.
82. **Mary I., 2003**- Mécanisme moléculaire de la réponse aux stress environnementaux chez la cyanobactérie marine *Prochlorococcus*. Thèse de doctorat Biologie, Université de Rennes 1, Paris : 151p.

- 83. Ngansoumana B., 2006-** La communauté phytoplanctonique du lac GUIERS (Sénégal) : Types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 144p
- 84. Pagand P. ; 1999-**Traitement des effluents piscicoles marins par lagunage a haut rendement algal. Thèse de doctorat, Université de Montpellier I, Hydrologie (Sciences de l'Eau et Aménagement). 263p.
- 85. P.N.G (Parc National de Gouraya),, 2001-**Plan de gestion du lac.
- 86. P.N.G (Parc National de Gouraya ),, 2006 -** Plan de gestion du lac.
- 87. Patrick R, Crum B et Coles J. ;1969-** Temperature and manganese as determining factors in the presence of diatom or blue-green algal floras in streams. *Rev. Botany*: 472-478.
- 88. Rabouille S., 2002-**Modélisation de la dynamique des réserves carbonées chez *Microcystis* et de son influence sur la migration verticale : simulation d'une population sur un cycle annuel. Thèse de doctorat, université Toulouse III, spécialité Hydrobiologie-Modélisation : 162p
- 89. Ramade F., 1994-**Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Ediscience. Paris, 517p.
- 90. Rodier J., 1984-** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed Dunod Bordas, Paris, 7<sup>ème</sup> édition, 1383p.
- 91. Sanchez A., 1992-** Etude du phytoplancton des lacs d'inondation du BAS ORÉNOQUE en relations avec les facteurs du milieu. Thèse de doctorat de l'université PAUL Sabatier de Toulouse. Spécialité : écologie des systèmes aquatiques continentaux. 239p.
- 92. 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. Paris : 116p.
- 93. Thérezien T., 1986-** Nouvelle contribution à l'étude des algues d'eau douce de la partie amazonienne de la Bolivie, 1<sup>ère</sup> partie : Chloophycées (sauf Desmidiées) *Rev. Hydrobiol. trop.* 19 (3-4): 177-183.
- 94. Thi Nguyet H P, Couté A et Bourrelly P ; 1992-** Les cyanophycées du delta du Mékong (viet- Nam) Ed, Nova hedwigia, ser 54 (3-4), 403- 446.
- 95. Thepentier C, Dermoun D et Gudin C ; 1990-** Valorisation industrielle des microalgues. In : les algues : une matière première pour de nouveaux débouchés. Le point et les perspectives. Annales du colloque-Brest 9-10, organisé par l'APRIA avec le concours de C. E. V. A, de IFREMER et du M. N. H. N. Ed. APRIA, Paris. : 87-96.

- 96. Tardat H. M., 1984-** Chimie des eaux .Ed le griffon d'argile, Montréal. 252p.
- 97. Tardat H. M., 1992-** Chimie des eaux .Ed le griffon d'argile, Montréal. 2<sup>ème</sup> Ed.537p.
- 98. U.C.D., 2007-**Unité de Conservation et de Développement de la flore et de la faune de Bejaia. *Inventaire Faunistique et Floristique de Tamelaht*. Rapport interne. Bejaia.
- 99. Valentine M B ; 2004-** Floraison des cyanobactéries au lac Saint-Augustin : Dynamique à court terme et stratification. Mémoire de maitrise en Biologie, Spécialité Sciences et de Génie. Université Laval. Quebec., 129p.

## **Résumé : Contribution à l'étude de la diversité algale notamment les cyanobactéries dans trois plans d'eau de la région de Béjaia**

L'étude de la diversité des algues notamment les cyanobactéries de trois milieux aquatiques urbains et périurbains de la région de Béjaia, wilaya située à L'Est d'Alger, a été réalisée durant un cycle semestriel allant de mai à octobre de l'année 2007. Au total, quatre vingt dix échantillons d'algues planctoniques et périphtiques ont été récoltés au cours de cette période, à rythme d'une récolte tout les 21 jours. Les milieux étudiés ont été choisis pour leur richesse floristique ainsi que pour leur importance écologique. Il s'agit de la lagune Tamehah à eau salée, le lac Mézaia à eau douce et l'embouchure de l'oued Soummam à eau saumâtre. Les récoltes d'algues, les prélèvements d'eau destinés aux différentes analyses chimiques ainsi que les mesures des paramètres physico-chimiques sur le terrain ont été effectués en sub-surface pour chaque plan d'eau étudié.

Les analyses physico-chimiques ont révélé une hétérogénéité spatiale et temporelle des caractéristiques des trois biotopes.

Les récoltes d'algues analysées microscopiquement se sont révélées par une richesse floristique qualitativement et quantitativement fort importantes. En effet, la flore algale des trois milieux étudiés est constitué par 68 genres comprenant 161 taxons (diatomophyceae incluses), se répartissant entre 85 Schizophyta (Cyanophyceae), 09 Euglenophyta, 02 Pyrrophyta, 16 Chromophyta et 49 Chlorophyta. Parmi ces taxons, soixante neuf sont des nouveautés pour la région de Béjaia. Pour chaque taxon étudié, sont fournies les dimensions du thalle et des structures cellulaires, la distribution géographique, l'apparition dans les milieux de récoltes et des photos.

Les biotopes étudiés sont floristiquement riches en espèces et très hétérogènes. Cette richesse floristique se caractérise par 76 taxons pour la lagune Tamehah, 119 pour le lac Mézaia et 54 pour l'embouchure de l'oued Soummam. Les schizophytes prédominent en nombre de taxons avec la famille des Oscillatoriaceae. Cependant, l'analyse de ce groupe a révélé la présence de 13 espèces de potentiel toxique dans les trois milieux dont 10 présentes à la lagune Tamehah, 12 dans le lac Mézaia et 4 au niveau de l'embouchure de l'oued Soummam : *Microcystis Flos-aquae*, *Microcystis wesenbergii*, *Pleurocapsa sp*, *Spirulina subsalsa*, *Synechocystis aquatilis*, *Anabaena affinis*, *Nostoc sp*, *Raphidiopsis sp*, *Lyngbia major*, *Lyngbia majusculata*, *Oscillatoria formosa*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria tenuis*

L'étude semi-quantitative des algues a permis d'évaluer l'état trophique des différents plans d'eau étudiés ainsi que leur niveau d'eutrophication à travers les critères de chlorophylle « a » et d'oxygène dissous.

**Mots clés :** algue, cyanobactéries, taxinomie, eaux douces, diversité floristique, Milieux aquatiques.

## **Summary: Contribution to the study of algal diversity including cyanobacteria in three ponds in the region of Bejaia**

The study of the algae diversity including cyanobacteria of three aquatic urban and periurban of Bejaia, town located eastern Algeria, was conducted during a biannual cycle from May to October 2007. Globally, ninety samples of planktonic and periphytic algae were harvested during this period, to pace a harvest every 21 days. Environments studied were chosen for their rich flora and their ecological importance. This is the Tamehah lagoon with salt water, Mézaia Lake with fresh water and the mouth of the Wadi Soummam with brackish water. The harvest of seaweed, water sampling for different chemical analysis and measures of physical and chemical parameters on the ground have been made in sub-surface for each water studied.

The physico-chemical analysis revealed heterogeneous spatial and temporal characteristics of the three habitats.

Harvests analyzed microscopic algae have arisen by a rich flora qualitatively and quantitatively very important. Indeed, algal flora of the three quarters studied is formed by 68 genera including 161 taxa (diatomophyceae inclusese), distributed between 85 Schizophyta (Cyanophyceae), 09 Euglenophyta, 02 Pyrrophyta, 16 Chromophyta Chlorophyta and 49. Of these taxa, sixty nine are new to the region of Bejaia. For each taxon studied, are provided the dimensions of thallus and cellular structures, geographical distribution, the appearance in crop circles and photos

The habitats studied are rich in flora species and very heterogeneous. This rich flora is characterized by 76 taxa for the lagoon Tamehah, 119 for Lake Mézaia and 54 for the mouth of the Wadi Soummam. Schizophytes predominate in the number of taxa with the family of Oscillatoriaceae. However, analysis of this group revealed the presence of 13 potential toxic species in the three quarters of which 10 present at the lagoon Tamehah, 12 in Mézaia Lake and 4 at the mouth of the Wadi Soummam: *Microcystis Flos-aquae*, *Microcystis wesenbergii*, *Pleurocapsa sp*, *Spirulina subsalsa*, *Synechocystis aquatilis*, *Anabaena affinis*, *Nostoc sp*, *Raphidiopsis sp*, *Lyngbia major*, *Lyngbia majusculata*, *Oscillatoria formosa*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria tenuis*

The semi-quantitative study of algae has permitted to evaluate trophic status of the various bodies of water surveyed and their level of eutrophication through the criteria of chlorophyll 'a' and dissolved oxygen.

**Key words:** Algae, Taxinomy, Cyanobacteria, freshwater, Floristic diversity, aquatic habitats

## **ملخص: مساهمة في دراسة التنوع الطحالب و البكتيريا الزرقاء في ثلاثة مناطق رطبة لمنطقة بجاية**

إن دراسة تنوع الطحالب و البكتيريا الزرقاء في ثلاثة مناطق رطبة لمنطقة بجاية ، ولاية واقعة شرق الجزائر قد تمت خلال دورة نصف سنوية ، في الفترة ما بين ماي - أكتوبر 2007. في الإجمال ، 90 عينة من الطحالب والهوائم تم حصدتها خلال هذه الفترة. تم اختيار المناطق المدروسة لغناها النباتي و لأهميتها الإيكولوجية : بحيرة تملاحت ذات المياه المالحة بحيرة مزايا ذات المياه العذبة. و مصب واد الصومام ذات المياه خفيفة الملوحة.

إن الطحالب المحصودة و المياه المخصصة للتحليل الكيميائي و لتقييم بعض الخصائص الفيزيوكيميائية قد تمت على مستوى سطح المياه و ذلك للمناطق الثلاثة المدروسة. و قد بينت هذه التحاليل على عدم تجانس الخصائص المكانية و الزمانية لهذه المناطق الثلاثة. إن الطحالب المحصودة و التي تم تحليلها مجهريا قد كشفت على غنا نباتيا في غاية الأهمية و ذلك كما و نوعا تتمثل في 68 نوعا مكون من 161 صنفا ( بما فيه 1 Diatomophyceae )، و زعت كما يلي : 85 Schizophyta (Cyanophyceae)، 09 Euglenophyta، 02 Pyrrophyta، 16 Chromophyta و بين هذه الأصناف تم الكشف على 69 صنفا جديدا لمنطقة بجاية. لكل صنف مدروس تقدم أبعاد Thalle و الهياكل الخلوية بتوزيعه الجغرافي و تواجد في المنطقة المدروسة مع الصور.

إن المناطق المدروسة هي نباتيا غنية الأنواع و كثيرة التباين : 119 صنف لبحيرة مزايا، 76 صنف لبحيرة تملاحت و 54 لمصب واد الصومام . حيث كانت Schizophyta الفرع الأكثر عددا . و تحليل هذا الفرع اظهر على وجود 13 نوعا ساما : 12 في مزايا ، 10 في تملاحت و 4 في واد الصومام : *Microcystis Flos-aquae* , *Microcystis wesenbergii* , *Pleurocapsa sp*, *Spirulina subsalsa*, *Synechocystis aquatilis*, *Anabaena affinis*, *Nostoc sp*, *Raphidiopsis sp*, *Lyngbia major*, *Lyngbia majusculata*, *Oscillatoria formosa*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria tenuis*

الدراسة النصف كمية للطحالب قد ساعد على تقييم حالة التخثن مستوى التغذية من خلال معايير حالة اليخضور و الاكسجين الذائب.

**كلمات مفاتيح :** طحالب، بكتيريا الزرقاء، تصنيف، مياه عذبة، التنوع النباتي، مناطق مائية.