

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA-Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière: Sciences Biologiques
Option: Environnement et Sante Publique



Réf.

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Contribution à l'étude de la flore algale en particulier les cyanobactéries de la lagune Tamelaht et du lac Mézaia

Présenté par:

Melle : HAMIDOUCHE Nadira & Melle : TETAH Samira

Soutenu le : **18 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

| | Grade | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Mme Zebboudj-Dehbi A | Pr | Président |
| Mme Djouad-Mansouri S | MAA | Encadreur |
| Mr Abbaci H | MAA | Examineur |

Année universitaire: 2016/2017

Remerciement

Nous remercions tout d'abord le bon Dieu qui nous a donné le courage et la patience pour terminer ce modeste travail.

*Nous adressons toute notre reconnaissance à notre promotrice **Mme DJOUAD S, M.A.A.**, à l'université de Bejaia d'avoir proposé ce sujet et donc de nous avoir fait découvrir le monde des algues. Nous la remercions aussi pour sa disponibilité, ses efforts, ses encouragements ainsi que ses critiques scientifiques qui nous ont permis de mener à bien étude.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude, notre profond respect et nos remerciements à **Mme ZEBBOUDJ A**, professeur à l'université de Bejaia pour avoir accepté de présider ce jury.*

*Nous tenons également à remercier **Mr ABBACI H, M.A.A** à l'université de Bejaia pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Ce travail a été réalisé au Laboratoire d'écologie (bloc12), sous la direction de **Mr BENHAMICHE**, Pendant notre période de travail.*

Ce travail obtenus n'auraient pas pu aboutir sans la précieuse collaboration de toutes les personnes qui nous à apportés leur aide au cour de notre période pratique, on tient ici à les remercier.

Les techniciennes du laboratoire biologie animale pour leurs disponibilités et leurs encouragements.

Mr le directeur du Parc National de Gouraya, pour son autorisation d'accéder au lac Mézaia afin de réaliser nos prélèvements, et à tout le personnel du P.N.G.

Enfin, nos chaleureux remerciements sont adressés à tous nos amis (es) pour leur appui moral et à toutes les personnes qui ont contribué de pré ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

« MERCI à TOUS »

Dédicace

Avec ma profonde gratitude, je dédie ce modeste travail à :

✓ *Mes très chers parents pour leur sacrifices, leur encouragements et leur soutien vers le chemin de la réussite et que dieu les garde pour moi « papa, maman, merci pour tout » ;*

✓ *Ma sœur Sadifa ;*

✓ *Mes frères Toufik, Zidane, Zakaria ;*

✓ *Mes grands pères ;*

✓ *Mon fiancé Salem qui a toujours été là pour me soutenir et m'encourager et que dieu le garde pour moi ;*

✓ *Mes amies : Sonia, Nassima, Hassiba, Warda, Baya, Lamia, Khadidja, Dihya, Nacera ;*

✓ *Toute ma famille et ma belle famille ;*

✓ *Ma binôme Nadira ainsi que toute sa famille ;*

✓ *A tout (es) les enseignants (es) qui ont contribué à ma formation ;*

✓ *Toute la promotion de santé publique.*

Samira

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

- ✓ *A mes très chers parents que dieu les bénisse, ils se sont sacrifiés pour mon bien et ma réussite ;*
- ✓ *A mon cher mari qui m'a tant soutenu tout au long de ce travail ;*
- ✓ *A mes chères sœurs et mes chers frères, mes chers neveux et nièces ;*
- ✓ *A tout les membres de ma famille HAMIDOUCHE et YAHIAOUI ;*
- ✓ *A tout (es) les enseignant (es) qui ont contribué à ma formation ;*
- ✓ *A tous mes amis (es).*

Nadira

La liste des abréviations

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

AFSSET: Agence Française de Sécurité Sanitaire des produits de Santé.

P.N.G : Parc National de Gouraya.

U.C.D : Unité de Conservation et de Développement de la flore et de la faune de Bejaia.

Liste des tableaux

| | | |
|---------------------|--|-----------|
| Tableau. I | : Exemples des cyanobactéries toxiques selon Frémy et Lassurs (2001) et AFSSA et AFSSET (2006) | 10 |
| Tableau. II | : Périodicité des récoltes de la lagune Tamlahth et du lac Mézia ainsi que l'état du ciel et la nature du vent | 17 |
| Tableau. III | : Inventaire taxinomique des populations algales identifiées pendant la période d'étude (mars-mai, 2017) dans les deux milieux : lagune Tamelaht et le lac Mézaia..... | 21 |
| Tableau. IV | : Tableau comparatif des analyses floristiques de la lagune Tamelaht des années 2007,2012 et 2017..... | 39 |
| Tableau .V | : Tableau comparatif des analyses floristiques de l'année 2007 et 2017 de lac Mezaia | 42 |
| Tableau.VI | : Liste des espèces de cyanobactéries potentiellement toxiques selon (AFSSA et AFSSET, 2006), identifiées au niveau des deux stations au cours de la période d'étude (mars-mai, 2017) | 45 |

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 01 |
| I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES ALGUES | 03 |
| I.1. Aperçu général | 03 |
| I.2. Les grands groupes des algues | 04 |
| I.2.1. Les Chromophytes | 04 |
| I.2.2. Les Chlorophytes | 04 |
| I.2.3. Les Cyanophytes | 04 |
| I.2.4. Les Rhodophytes | 05 |
| I.3. Facteurs influencent sur le développement des algues | 05 |
| I.4. L'importance des algues | 06 |
| I.5. Les cyanobactéries (Cyanophyceae) | 06 |
| I.5.1. Diversité morphologique | 07 |
| I.5.2. Facteurs spécifiques aux développements des cyanobactéries | 08 |
| I.5.3. Effets indésirables des proliférations de cyanobactéries (Cyanophyceae) | 08 |
| a. Effets liée aux fortes densités sur le milieu et les organismes aquatiques | 09 |
| b. Effets sur le mode de vie et les usagés de l'eau | 09 |

| | |
|--|----|
| IV.2.2. Lac Mézaia ----- | 40 |
| IV.2.2.1. Evolution de la richesse taxinomique pendant les périodes 2007 et 2017 ----- | 42 |
| IV.3. Composition taxinomique des algues bleues (Cyanophyceae)----- | 42 |
| IV.3.1. Effectifs des Cyanophyceae toxiques----- | 44 |

| | |
|-------------------------|-----------|
| CONCLUSION ----- | 47 |
|-------------------------|-----------|

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RESUME



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 lenticques aux milieux lacustres, lagunaires et saumâtres. Elles possèdent un cortège floristique et faunistique qui méritent d'être protégé et conservé. **(Silvano, 2005)**.

Les zones humides jouent un rôle décisif dans le maintien de la vie sur terre **(Wetzel, 1975)**. sont considérées au sens de la convention de Ramsar soit « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce ou salée », y compris des étendues d'eau marine. Ces zones contiennent différents types d'habitats dont le choix est basé sur la typologie Midwest. **(Farhina et al., 1996)**.

Or les écosystèmes dulcicoles, et en particulier les eaux stagnantes, sont parmi les plus menacés et globalement les moins bien protégés malgré les mesures d'aménagement et de conservation **(Abromovitz, 1996)**. A leur évolution naturelle, s'ajoute une pression anthropique de plus en plus importante liée aux usages de l'eau (irrigation, transport, production d'énergie) et surtout à la pollution (rejets industriels, agricoles, domestiques). **(Wetzel, 1975)**.

Les proliférations d'algues, en particulier les cyanobactéries, peuvent avoir un impact majeur sur le fonctionnement des écosystèmes ainsi que sur la santé humaine et animale, autant lors de la consommation de l'eau que lors de loisirs aquatiques. L'intérêt pour les cyanobactéries s'est accru ces dernières années, avec l'augmentation des incidents domestiques sur tous les continents. **(Silvano, 2005)**.

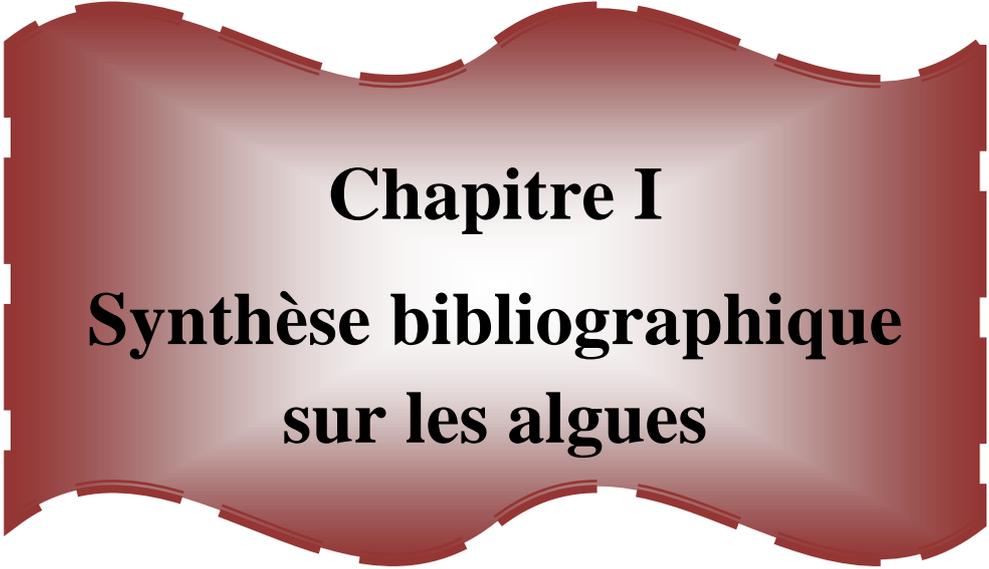
A l'échelle mondiale, des recherches ont été effectuées sur les algues : **Chorus et Bartram (1999)** à London, **Mary (2003)**, **Silvano (2005)**, **Barberousse (2006)**, **Lance (2008)** en France, **Valantine (2004)** au Québec, **Torresa et al., (2007)** au Brésil et **Ngansoumana (2006)** au Sénégal, et enfin, **Ainane (2011)** au Maroc.

En Algérie, malgré l'intérêt des algues dans différents domaines, peu d'études ont été consacrées à l'étude qualitative de la flore algale. En effet, à l'exception des travaux réalisés à Béjaia par **Abbaci et Bourad (1997)**, **Cherif et Chibane (2002)**, **Bacha (2003)**, **Djouad (2007)**, **Sayad et Ait Mezaine (2012)** et **Dehbi Zebboudj et al., (2013)** et **Abbaci et Adjaoud (2016)** peu d'auteurs se sont intéressés à les étudier (**Nil (2012)** à Oran et **Babaousmail (2014)** à Ouargla).

Afin de combler le manque d'informations concernant cette flore et dans le but de compléter les listes des espèces déjà existantes dans notre région, nous nous sommes intéressés à l'étude de deux plans d'eau de Béjaia, à savoir la lagune Tamelaht et le lac Mézaia, dans les quels un inventaire de la flore algale en particulier les cyanobactéries a été réalisé à travers une analyse quantitative et qualitative: composition globale (nombre de taxons), endémisme, rareté, répartition géographique systématiques.

Ainsi nous avons scindé notre travail en quatre chapitres distincts :

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur les algues.
- Le deuxième chapitre est présenté nos milieux d'études avec toute leurs caractéristiques biologiques, géographique, hydrologiques.
- Le troisième chapitre est consacré à la description de la méthodologie du travail suivit.
- Dans le quatrième chapitre est présentés les différents résultats est discuté des analyses algales.



Chapitre I
Synthèse bibliographique
sur les algues

I. 1. Aperçu général

Les algues sont des thallophytes chlorophylliens eucaryotes (phycophytes) ou procaryotes (Cyanoschizophytes) à mode de vie autotrophe (**Bourelly, 1966**). Leur développement nécessite de la lumière, de l'air, des sels minéraux et de l'eau, ou du moins un fort degré d'humidité. Elles sont largement distribuées dans les milieux où règnent ces conditions. Bien que surtout abondantes dans tout **les milieux dulçaquicoles** : eaux courantes, lacs, étangs, mares, fossés, fontaines, bassins, canaux, les sources thermales, rochers suintants, marais. (**Laplace-Treytore et al., 2014**).

Selon **Ozenda (1990)**, la dénomination d'algues forme un ensemble d'organisme très divers de structure et de tailles variées. Certaines algues unicellulaire ne dépassent pas 2-3 µm de diamètre alors que d'autre, comme les laminariales de genre *Macrocystis*, peuvent atteindre et même dépasser 50 m de long.

Le nombre d'espèces algales a été évalué entre dix million, et la plupart d'entre elle sont des micros algues. (**Evangelista et al., 2008**).

Les algues se distinguent des autres végétaux par leurs thalle et appareils végétatifs unis ou pluricellulaires, dépourvus de racines de tiges et de feuilles. Or les cellules des algues possèdent les mêmes éléments de structures que celles des plantes supérieurs. (**Garon-Lardiere, 2004**).

Les algues d'eau douce sont des organismes très cosmopolites et la plus grande partie des espèces existantes à une distribution géographique très étendue. (**Itis, 1980**). L'ensemble des organismes végétaux généralement microscopiques vivant librement en pleine d'eau, constitue le phytoplancton. (**Altisan, 2006**).

I.2. Les grands groupes des algues

Les algues sont classées en quatre grands groupes selon des critères basés sur leur composition pigmentaires, leurs polysaccharides de réserves et leurs caractéristiques structurales. **(Ruiz, 2005).**

I.2.1. Les Chromophytes

Appelé aussi les algues brunes sont regroupées dans la classe des Fucophyceae appelées autrefois les Phéophycées. Ce sont des algues presque exclusivement marines. Leur couleur est due à l'abondance des pigments bruns, la fucoxanthine, qui masque les chlorophylles **a** et **c**. Les Phéophycées montrent une grande diversité morphologique depuis les formes filamenteuses relativement simples aux grandes algues brunes dont l'organisation morphologique complexe évoque les tiges feuillées des végétaux supérieurs. Les algues brunes se sont principalement diversifiées dans les mers froides et tempérées où elles forment les grandes forêts sous-marines. Cet embranchement se divise en cinq classes : les Chrysophyceae, Xanthophyceae, Diatomophyceae, Phéophyceae et Raphidophceae. **(Bourrelly, 1966).**

I.2.2. Les Chlorophytes

Les Chlorophytes sont des algues vertes dont le thalle est de couleur typiquement vert en raison des chlorophylles **a** et **b** dominant dans les chloroplastes. Toutefois, ce groupe d'algues peu diversifié dans les eaux tempérées est au contraire riche en espèces et en formes dans les eaux tropicales. Les algues vertes sont présentes dans tous les systèmes aquatiques depuis les milieux marins jusqu'aux eaux douces. Elles sont divisées en quatre classes : Chlorophyceae, Ulotrichophyceae, Zygothryxophyceae, Charophyceae. **(Bourrelle, 1966 ; Iltis, 1980 et De Reviers, 2003).**

I.2.3. Les Cyanophytes

Les Cyanobactéries ou les algues bleues sont constituées des colonies de taille, de forme et de couleur très variable. Comme les algues rouges, elles possèdent des pigments surnuméraires bleus (Phycocyanines) et rouges (Phycoérythrine) qui masquent la chlorophylle **a**. En dépit de leur nom ancien d'algues bleues, elles sont rarement bleues mais plus souvent rouges, vertes avec des reflets bleutés, violets, bruns, jaunes ou orangés.

Cet embranchement est représenté par une seule classe : Cyanophyceae. (**Bourrelly, 1966 ; Itis, 1980 et De Reviere, 2003**).

1.2.4. Les Rhodophytes

Sont des algues rouges, elles montrent une originalité particulière avec leur pigments surnuméraires rouges (Phycoérythrine) et bleus (Phycocyanine) qui viennent masquer la chlorophylle. (**Itis, 1980**). Elles sont prédominantes dans les zones et des plateaux continentaux des régions tropicales, tempérées et froides, la classification plus récente reconnaît un embranchement (Rhodophyta) et deux sous embranchement (Cyanidiophytina). (**Yoon et al., 2010**). Elles sont représentées par deux classes : Bangiophyceae et Floridophyceae. (**Bourrelly, 1966**).

I.3. Facteurs influencent sur le développement des algues

Les algues élaborent leur propre substance à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et du CO₂, c'est le principe de la photosynthèse. Ainsi leur croissance se trouve limitée à la présence de l'eau, de la lumière et du CO₂ (**Bourrelly, 1966 ; Gayral, 1975 et Itis, 1980**). Et aussi nécessitent d'être fixées à un substrat, par conséquent, la texture, le degré de cohésion et la nature chimique du substrat ont une importance sur la répartition spatiale des espèces. (**Torres et al., 2007 et Barberousse, 2006**).

D'après **Dufour et Berlanda (1999)** cité 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. 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 groupes d'algues à cause de leur effet toxique (**Chorus et Bartram, 1999 et Ernst et al., 2005**) et donc ont plus de chance de croître quand les conditions sont favorables à leur croissance. (**Ngansoumana, 2006**).

I.4. L'importance des algues

Un grand nombre des substances peuvent être extraites à partir des algues :

- Agro-alimentaire : Gélose et alginates utilisées comme agents émulsifiants, épaississants, stabilisants, gélifiants (additifs d'E400 à E408), excipients.
- Agriculture : utilisées comme engrais (goémon) ou amendement (maërl).
- Dentisterie : pâtes pour les empreintes dentaires.
- Industries chimiques : les frustules (enveloppes externes des diatomées) siliceux, sont utilisés comme abrasifs, ou isolants phoniques ou thermiques. Les colles, peintures, résines, caoutchoucs, savons utilisent des produits d'algues.
- Médecine : en thalassothérapie on utilise les bains d'algue (algotérapie) pour traiter les rhumatismes ou certaines affections de l'appareil locomoteur, en chirurgie ou en gynécologie on utilise des stipes de laminaires (pour leurs propriétés à retenir l'eau tout en se dilatant) pour débrider une plaie ou dilater une voie naturelle.
- Pharmacie : on utilise les propriétés laxatives ou vermifuges (hypnea Carrageen), anticoagulantes (Phyllophora).
- Alimentation d'animaux : 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*.
- Vitamines et autres produits : Les micros algues semblent être compétitives comme sources de vitamines. « A, B1, B6, D, E et K ». **Site Web : [www.anel.gonzales.free.fr/pages /utilisation2.html](http://www.anel.gonzales.free.fr/pages/utilisation2.html).**

I.5. Les Cyanobactéries (Cyanophyceae)

Les Cyanobactéries sont des micro-organismes procaryotes photosynthétiques à Gram négatif. Elles sont aussi appelées Cyanophytes ou Cyanophycées, ou encore algues bleues, en raison de la présence d'une phycobiline bleu qui leur est propre.

Elles sont classées du point systématique dans règne des Eubactéries, mais on été longtemps rangées dans le règne végétal car elles présentent à la fois des propriétés spécifiques des bactéries et des caractéristiques propres aux algues. (**Lance, 2008**).

Ce sont géologiquement les plus anciens organismes photosynthétiques connus (**Bourelly, 1970 ; Fay, 1992 et Valentine, 2004**). A une organisation mono structurale très peu évoluée. Elle est de type « algue » (ni tige, ni racine, ni feuille). C'est un thalle, d'où le nom de thallophyte (**Silvano, 2005**). C'est un groupe d'algues très abondant 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. (**Bourelly, 1970 et Valentine, 2004**).

Comme les algues, les Cyanobactéries possèdent de la chlorophylle a, et non de la Bactériochlorophylle comme certaines bactéries. (**Silvano, 2005 et AFSSA, 2006**).

I.5.1. Diversité morphologique

Les Cyanobactéries, dont la taille peut varier de 3 à 10 μm , présentant une diversité morphologique considérable (**Figure N°1**). Elles peuvent être :

- **Unicellulaire**, vivant seules ou en colonies.
- **Filamenteuses**, organisée en **trichomes** (sans gaine) ou en **filaments** (avec gaine).
- 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 ; Chorus et Bartram, 1999**).

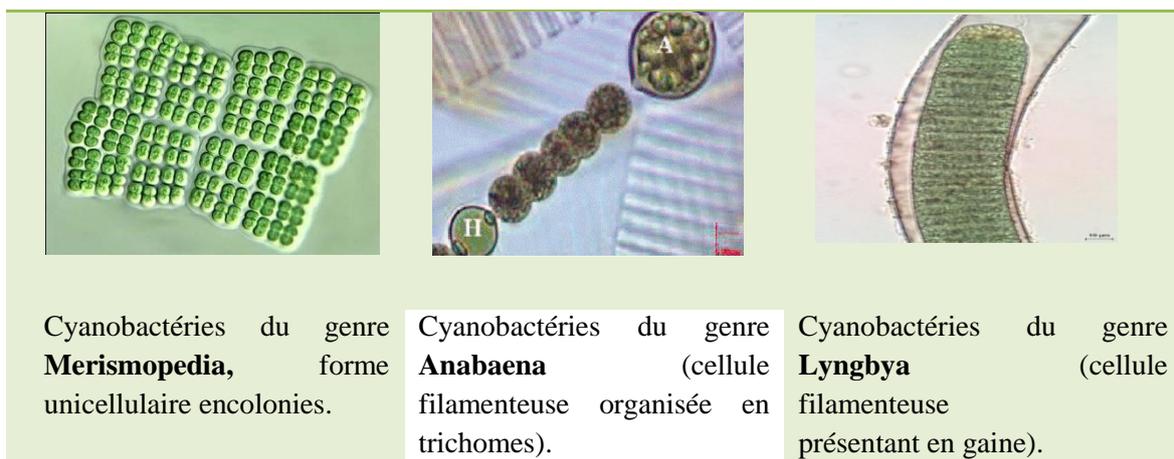


Figure N°1 : Exemples de morphologies chez les cyanobactéries. **Source** : www.nostoc.pt

I.5.2. Facteurs spécifiques aux développements des cyanobactéries

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

- Leur croissance est favorisée par la dégradation de la qualité de l'eau traduite par une eutrophisation du lac. (**Nakache et al., 2001**).
- L'humidité et la lumière sont des facteurs biologiques prépondérants pour la croissance des cyanobactéries dans l'environnement aquatique.
- l'environnement végétal, qui est une source potentielle à développement des Cyanobactéries. (**Barberousse, 2006**).
- Le phosphore est un élément essentiel à la croissance et au développement des plantes, particulièrement dans les milieux aquatiques. Il est identifié comme étant le facteur limitant la croissance des cyanobactéries en eau douce alors que de l'azote est facultative. (**Chevaliers et al., 2001**).
- La température favorable pour la croissance des cyanobactéries comprises entre 15 et 30°C. (**Silvano, 2005**) ce qui n'empêche pas certaines espèces de croître à des températures faibles de l'ordre de 10°C. (**Chevaliers et al., 2001**).
- **Valentine (2004)** cité par **Djouad (2007)**, les Cyanobactéries sont capables de croître à des PH élevés et à des concentrations faibles en carbone les Cyanobactéries qui se développent à des PH de l'ordre de 9 à 11.

I.5.3. Effets indésirables des proliférations de cyanobactéries (Cyanophyceae)

Les Cyanobactéries sont des organismes microscopiques que l'on trouve dans plusieurs milieux aquatiques. Elles prolifèrent particulièrement dans les eaux calmes, peu profondes et riches en nutriments, notamment le phosphore et l'azote. Elle forme ce que on appelle fleurs d'eau ou blooms que on les trouve à la surface et former une écume verdâtre généralement associée à l'enrichissement d'un lac ou d'un plan d'eau. (**Gagné, 2001**).

Une absence d'écume ne signifie cependant pas une absence de prolifération car ces dernières peuvent être réparties dans la colonne d'eau. (**Gagné et Provost, 2002**).

a. Effets liée aux fortes densités sur le milieu et les organismes aquatiques

Les proliférations de Cyanobactéries entraînent une augmentation de la turbidité des eaux et suite, la mort des plantes aquatiques représentant un habitat pour de nombreuses espèces. Lors de la dégénérescence des blooms, elles entraînent une diminution de la teneur en oxygène de l'eau menaçant la faune. De façon globale, les êtres vivants (plantes, animaux) sont toujours moins nombreux dans les endroits où prolifèrent des cyanobactéries, posent un problème majeur pour la santé des écosystèmes.

b. Effets sur le mode de vie et les usages de l'eau

Les activités nautiques peuvent être influencées par la présence des Cyanobactéries en forte densité peut influencer sur en raison de colorations inhabituelles de l'eau à (bleue, rouge ou verte) associées à des nuisances olfactives et des masses d'algues se déplaçant au gré des vents. Elle provoque également des perturbations du fonctionnement des procédés des traitements des eaux d'alimentation (consommation accrue en réactifs de traitement) et une dégradation de la qualité des eaux de consommation insuffisamment mal traitées (présence de toxines).(**Chorus et Bartram, 1999**).

c. Effets toxiques

Certaines souches de cyanobactéries produisent des toxines de natures diverses, entraînent de plus en plus souvent des problèmes de santé publique. Elles seraient impliquées dans les maladies humaines neuro-dégénératives. (**Briant, et al., 2002**).

Selon **Haider et collaborateurs (2003)** et **AFSSA et AFSSET(2006)**, 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. La plupart des espèces toxiques sont résumées dans le Tableau suivant :

Tableau. I : Exemples des cyanobactéries toxiques selon **Frémy et Lassurs (2001)** et **AFSSA et AFSSET (2006)**.

| Nom | toxines |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Anabaena circinalis</i> | Anatoxines saxitoxines, microcystines |
| <i>Anabaena planctonica</i> | Anatoxines a |
| <i>Aphanizomenon Flo-aquae</i> | Anatoxines a, saxitoxines |
| <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> | Cylindrospermopsine, saxitoxines |
| <i>Lyngbya gracilis</i> | Debromoaplysiatoxines |
| <i>Microcystis aeruginosa</i> | Microcystines |
| <i>Oscillatoria sp</i> | Anatoxines a |
| <i>Planktothux agardhii</i> | Microcystines |
| <i>Raphidiopsis sp</i> | Cylindrospermopsine |
| <i>Woronichiniana geliana</i> | Anatoxines a |

Les cyanotoxines produites par les cyanobactéries recouvrent une grande variété de structures chimiques (peptides cycliques, alcaloïdes et lipopolysaccharides). (**Wiegand et Pflugmacher, 2005**) et de ce fait leur potentiel toxique s'exprime selon différents mécanismes d'action. Leur solubilité dans l'eau est susceptible de nuire à la santé humaine par différentes voies d'absorption (ingestion, inhalation ou contact cutané). Elles présentent une toxicité aiguë à de très faibles concentrations; les fonctions hépatiques (hépatotoxines) et les fonctions neurologiques (neurotoxines) sont les deux cibles principales des cyanotoxines identifiées jusqu'à maintenant. (**Silvano, 2005** et **AFSSA et AFSSET, 2006**).

Plusieurs études réalisées sur des animaux montrent des atteintes au foie pouvant être provoquées par une hépatotoxine, la microcystine, et ont contribué à en décrire le mécanisme d'action l'hépatotoxicité aiguë de la microcystine chez les humains. (**Briant et al., 2002** et **Wiegand et Pflugmacher, 2005**).



Chapitre II
Milieux d'étude

II.1. Description des milieux

II.1.1. La lagune Tamelaht

II.1.1.1. Présentation

La lagune Tamelaht est l'une des rares zones humides se situe dans la commune de Bejaia (Nord-Est Algérien) à proximité de l'aéroport Abbane Ramdane ; elle appartient au bassin versant de la Soummam et au sous bassin versant de Bousselam maritime.

C'est un plan d'eau caractérisé par une superficie de 20 ha pendant la période hivernale qui diminue jusqu'à 6 ha pendant la période sèche avec une profondeur variant de 0,5 à 5 m. (Bacha, 2003 ; UCD, 2007 et Djouad, 2007).

Géographiquement, la lagune Tamelaht est située à 3 Km de la ville de Bejaia, à environ 80 m de la mer à exposition Nord-Est, (Kebbi, 2008). 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 (Figure N°2). (Bacha, 2003 ; UCD, 2007 et Djouad, 2007).

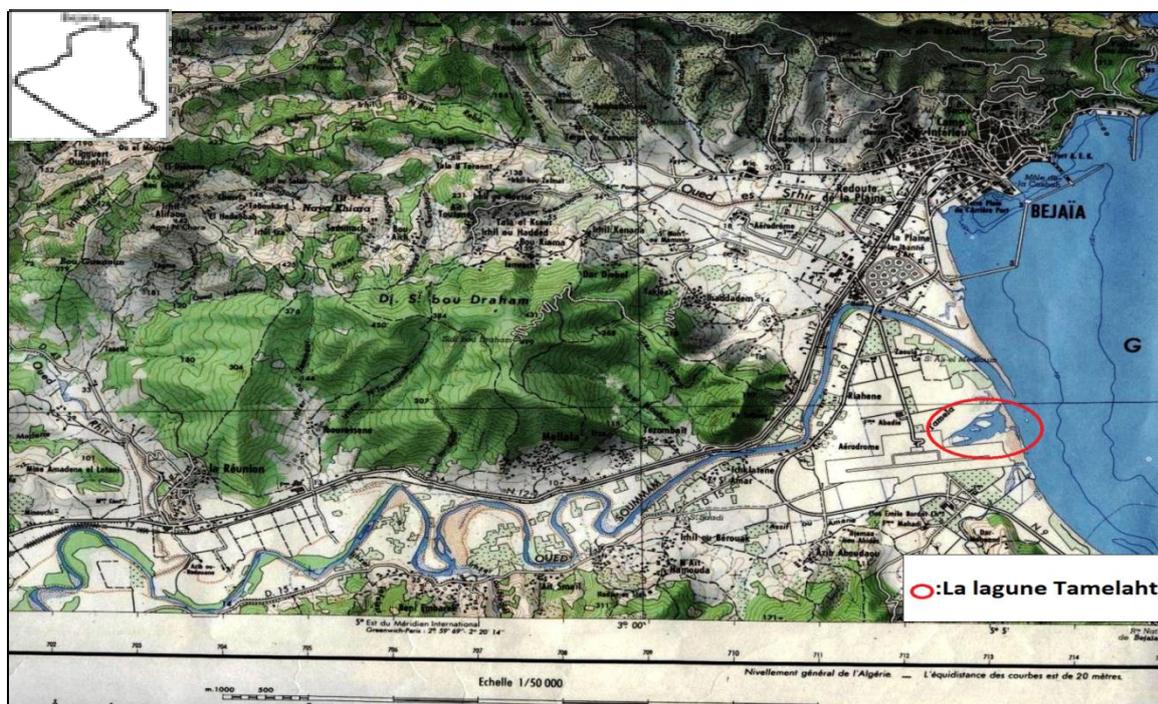


Figure N°2 : Carte géographique de Bejaia_NJ_31_VI_31_Ouest avec localisation de la lagune Tamelaht (I.N.C., 1984) ; Echelle 1/50000.

II.1.1.2. La végétation et les animaux du site

La lagune Tamehlaht est considérée comme zone humide de grande importance par rapport à ses richesses faunistiques et floristiques qui 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 Béjaia (U.C.D, 2007). En révèlent l'existence de plusieurs 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 est constituée d'une strate arborescente dominée par les tamaricacées et les palmacées et une strate herbacée constituée de graminées pour la végétation aquatique, des études réalisées par **Chérif et Chibane (2002)**, **Bacha (2003)** et **Djouad (2007)** ont révélé l'existence de plusieurs espèces d'algues notamment les algues bleues indicateurs de pollution. La dernière étude effectuée pour cette zone par **Sayad et Ait Meziane (2012)** et **Dehbi-Zebboudj et collaborateurs (2013)** ont identifié environ 69 taxons d'algues dont 23 sont des Cyanophyceae.

II.1.1.3. Les facteurs affectant le milieu d'étude

Malgré sa petite surface, la lagune Tamehlaht est un écosystème d'un grand intérêt écologique (**Dehbi-Zebboudj et al., 2013**). Cependant, elle est menacée par différents facteurs perturbateurs d'origine humaine remarquable (bruit, rejets liquides, déchets solides, pâturage d'animaux,...) ce que la fragilise de plus en plus fort tous les jours.

a) La pollution par les déchets solides

Elle est due essentiellement aux déchets solides rejetés dans la mer par des vagues sur le rivage et puis transportés dans la lagune lorsque les vagues sont grandes intensités. Ces déchets sont transportés lors des fortes crues de l'Oued Soummam. (**Bacha, 2003**).

Les déchets que nous avons observés dans la lagune et sur la plage de Sidi Ali Lebhar sont constitués de bouteilles et sacs en plastiques, des troncs d'arbres, de verre, les barres de fer et les déchets de constructions (carrelage, le plâtre...). Ces déchets affectent l'esthétique de la lagune. (**Figure N°3**).



Figure N°3 : Différents types de pollution affectant la lagune.

b) La pollution sonore

Elle est due aux bruits provoqués par des avions durant leurs atterrissages et leurs décollages, et par le bruit engins des entreprises de construction des bâtiments aux alentours de la lagune ce qui induit l'envol des oiseaux de ce biotope. (Sayad et Ait Meziane, 2012).

I.1.2. Le lac Mézaia

II.1.2.1. Présentation

Situé à l'intérieur d'un parc d'attraction au centre ville de Bejaia, 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 direction de la culture de la wilaya, à l'est par la maison de la culture et à l'ouest par l'ex-supermarché (Figure N°4). Il a pour coordonnées géographiques :

- 53° 83/ pour la longitude Est
- 36° 45/ pour latitude Nord
- 11mètre pour l'altitude. (P.N.G, 2001) Cité par Djouad (2007).

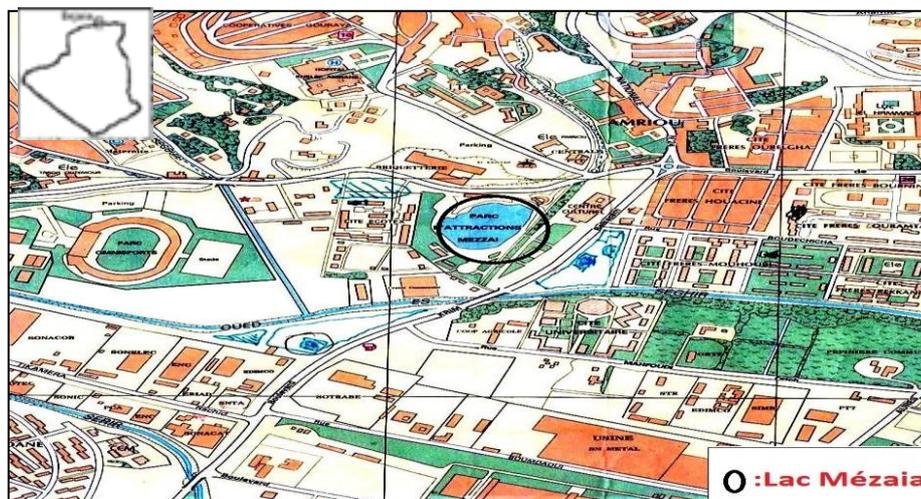


Figure N°4 : Situation géographique du lac Mézaia (I.N.C., 1993b).

Ce lac doit son origine à l'exploitation intense et répétée d'un gisement de glaise qui alimentait la briqueterie Brandi jusqu'en 1950 **figure N°5** ; 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). Cité par Djouad (2007).

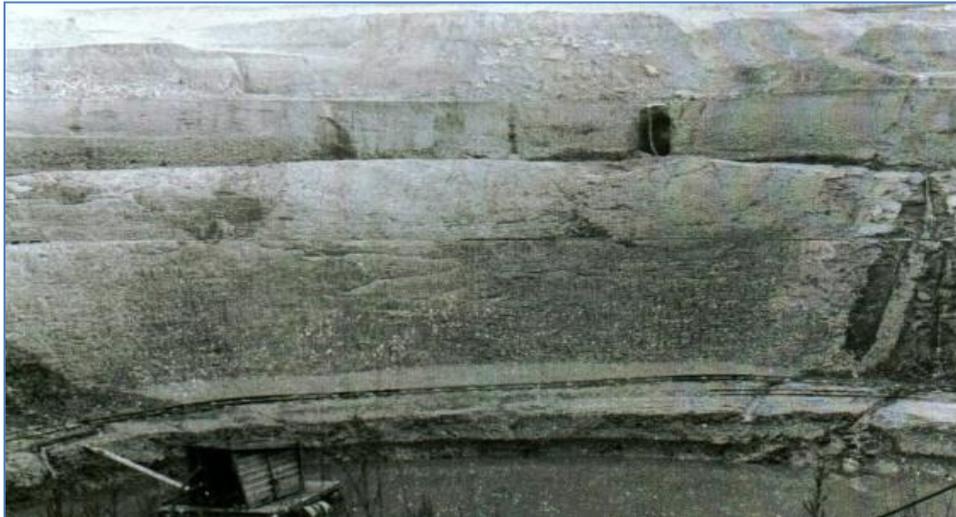


Figure N°5 : Photo du lac Mézaïa en 1950 (P.N.G).



Figure N°6 : Photo du lac Mézaïa (2017).

II.1.2.2. la Végétation et les animaux du site

Comme cité précédemment, la végétation entourant le lac est essentiellement dominée par du roseau (*Phragmites communisa*), 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 bœuf. 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 batracea, 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**). Cité par **Djouad (2007)**.

II.1.2.3. La pollution affectant le 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 des en sensibilisation font de ce lac soit un récepteur direct de pollutions multiples et diverses en plus des constatations suivantes :

- ❖ 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. (**Figure N°7**).
- ❖ La pollution sonore : C'est une pollution qui est due aux bruits provoqués par les jeux d'attraction du parc ainsi que le bruit qui est causé par les visiteurs (Les enfants, la musique, les machines de construction).



Figure N°7 : La pollution humaine remarquable sur le lac.



Chapitre III
Méthodologie d'étude

Notre objectif est l'étude de la flore algale peuplant deux plans d'eau de la région de Béjaia, à savoir la lagune Tamelaht et le lac Mézaia, et de compléter les inventaires relatifs à cette flore par la détermination des différents taxons notamment les Cyanobactéries en particulier puis de mettre l'accent sur les espèces productrices de toxines. Cette présente étude s'est déroulée entre la période début mars-mai de l'année 2017.

III.1. Périodicité d'échantillonnage

Pour chacune des deux stations, les échantillons d'eau contenant les algues ont été effectués sur une période de deux mois et demi, allant du 01 mars au 15 mai 2017 à la moyenne d'une sortie tous les 15 à 20 jours et réalisés généralement entre 9h30 et 12h.00. Au total, 10 sorties ont été effectuées durant cette période. **(Tableau. II).**

Tableau. II : périodicité des récoltes de la lagune Tamelaht et du lac Mézaia ainsi que l'état du ciel et la nature du vent.

| N° de la sortie | Tamelaht | | | Mezaia | | |
|-----------------|-------------------|----------------|--------------|-------------------|----------------|--------------|
| | Date de la sortie | Etat du ciel | Etat du vent | Date de la sortie | Etat du ciel | Etat du vent |
| 1 | 01/03/2017 | Couvert | Moyen | 23/03/2017 | Moitié Couvert | Faible |
| 2 | 13/03/2017 | Moitié couvert | Faible | 12/04/2017 | Dégagé | Faible |
| 3 | 02/04/2017 | Dégagé | Moyen | 02/05/2017 | Dégagé | Moyen |
| 4 | 22/04/2017 | Dégagé | Faible | 11/05/2017 | Dégagé | Faible |
| 5 | 15/05/2017 | Dégagé | Faible | 15/05/2017 | Dégagé | Faible |

III.2. Les points de prélèvement

Durant nos sorties effectuées, 04 à 05 points de prélèvements d'algues ont été choisis selon leurs accessibilités et ceux-ci pour chacun des 02 milieux étudiés. En effet, nous avons effectué des prélèvements sur toute l'étendue du lac Mézaia, alors que pour la lagune Tamelaht, les prélèvements se sont limités aux bordures uniquement car les seules accessibles. **(Figure N°8 et Figure N°9).**



Figure N°8 : Localisation des points de prélèvements (M1, M2, M3, M4) au niveau de la lagune Tamelaht.



Figure N°9: Localisation des points de prélèvements (P1, P2, P3, P4 et P5) au niveau du lac Mézaia

III.3. Techniques d'échantillonnage

La réalisation d'un bon échantillonnage systématique susceptibles de contenir tous les types groupes systématiques d'algues des milieux étudiés, nous avons suivies les

techniques proposées par **Iltis (1980)** et **Bourelly (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 algale et par concentration des algues phytoplanctoniques par un filet à phytoplancton de 25µm de vide de mailles, et de 30 cm de diamètre, utilisé en sub-surface. (**Figure10**).

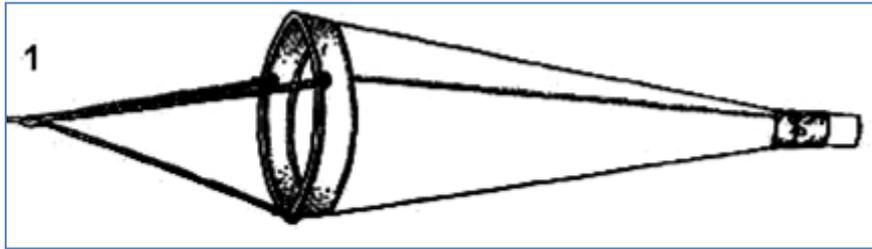


Figure10 : Filets à phytoplancton. (**Iltis, 1980**).

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 écologique de l'université de Bejaia.

Au total 45 échantillons réalisés durant la période d'étude. 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 quelque goutte de la 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. 4. Observations et identifications des taxons

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 puis observée sous microscope optique (**type AXL**) aux objectifs suivants : 4/0,10 ; 10 /0,25 ; 40/0,65 en utilisant deux jeux d'oculaires (x8 et x16). En moyenne une dizaine de préparations par échantillon a été observée.

Des photos ont été prises au moyen d'un appareil photo numériques de type **Fujifilm (16 méga pixel)** pour permettre des mensurations plus faciles et avoir plus de

taxons. Une règle graduée de 1000µm a été aussi prise en photo dans les mêmes conditions dimensionnelles que les échantillons d'algues et ceci à différents grossissements, elle accompagne toutes les photos d'algues.

Environ 400 photos d'algues ont été prises et mesurées en prenant en détail : les dimensions du thalle (cellules, cenobes, colonies, filaments) et des structures cellulaires importantes (soies, flagelles, épines). A partir de ces données (photos) une identification plus fine des espèces (hormis les diatomées) a été possible grâce aux travaux d' **Iltis (1970, 1980)**, **Iltis et Couté (1990)**, **Bourrelly et Couté (1986)**, **Celekli et al., (2007)**, **Couté (1979)**, **Cardinal (1979)**, **Leitão et Couté (2005)**, **Djouad (2007)**, **Sayad et Ait Miziane (2012)**, **Dehbi-Zebboudj et al., (2013)**, **La place- Tryture et al., (2014)**, **Babaoumail (2014)** et **Abbaci et Adjaoud (2016)**.

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

NB : le trait sur chaque photo représente 10 μ m.

IV.2. Analyse taxinomique des communautés algales des deux stations

Dans l'ensemble des prélèvements réalisés dans deux milieux aquatiques de la région de Bejaia dont l'objectif initial est d'estimer la flore algale des milieux prospectés en particulier les Cyanophyceae, nous avons répertorié 57 taxon répartis en 04 embranchement différents et 07 classes comme suit :

- 22 Schyzophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 07 Euglenophyta (1 seule classe : Euglénophyceae).
- 04 Chromophyta (2 classes : Diatomophyceae, Bacillariophyceae).
- 24 Chlorophyta (03 classes : Euchlorophyceae ; Ulotrhiricophyceae, Zygoephyceae).

Les figures N°11 et N°12 illustrent respectivement la répartition des ces embranchement et les classes existantes dans les deux sites d'étude.

Les Chlorophyta dominant avec 24 taxons, représentent 42% de l'ensemble des algues déterminées. Elles sont suivies par les Schizophyta avec 22 taxons (39%); puis viennent les Euglenophyta avec 07 taxons (12%) et enfin les Chromophyta avec seulement 04 taxons de la totalité des taxons identifiés. (7 %).

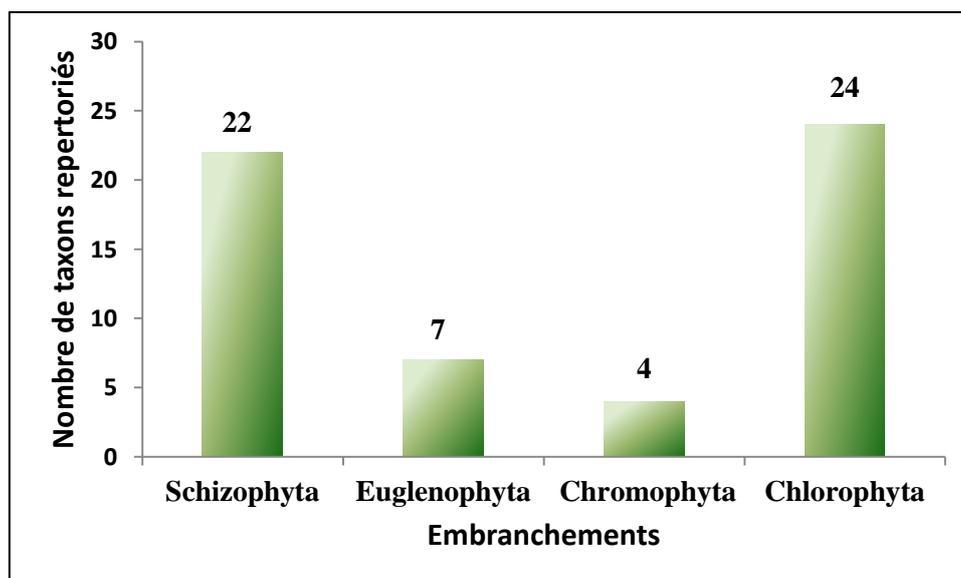


Figure N°11 : Répartition des différents embranchements d'algues dans l'ensemble des récoltes des

deux sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia) au cours de la période mars- mai, 2017.

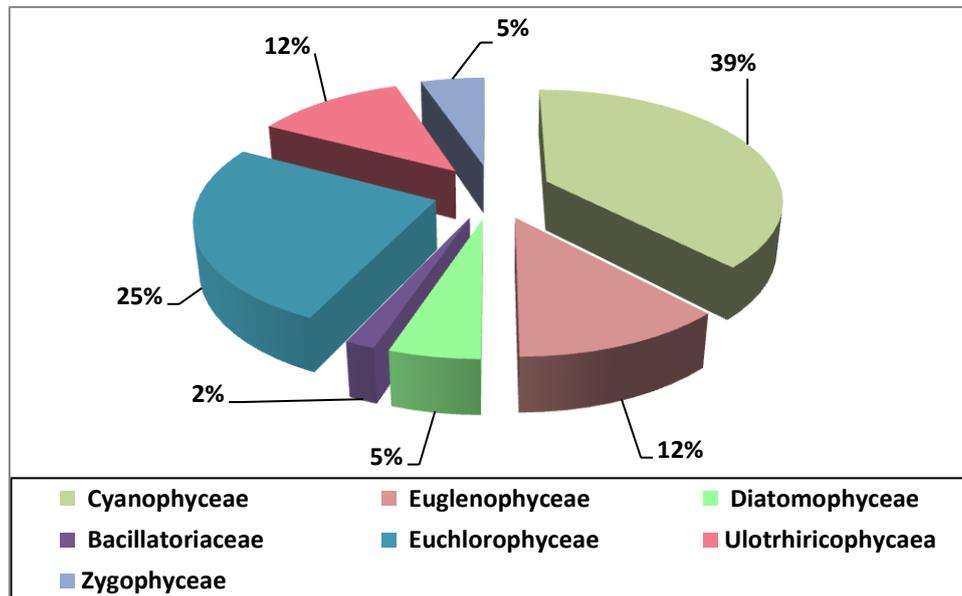


Figure N°12 : Répartition des différents Embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes des deux sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia) au cours de la période mars- mai, 2017.

Comme l'indique bien la **figure N°012**, plus de la moitié des taxons inventoriés appartiennent la classe des Cyanophyceae aux, qui représentent un pourcentage de 39%, avec dominance des formes filamenteuses, suivies par la classe des Euchlorophyceae qui atteint 25% de la totalité des taxons identifiés. Les Euglenophyta, les Ulothricophyceae avec 12%, les classes Zygophyceae et Diatomophyceae ont également un pourcentage de 5% et une présence mais assez faible pour la classe des Bacillatoriaceae qui atteint 2% seulement.

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

IV.2.1. La lagune Tamelaht

Sur l'ensemble des prélèvements effectués dans cette lagune, 25 taxons ont pu être identifiés :

- 11 Schizophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 03 Euglenophyta (1 seule classe : Euglénophyeeae).
- 04 Chromophyta (2 classes : Diatomophyceae, Bacillatoriaceae).
- 07Chlorophyta (3 classes : Euchlorophyceae, Ulothricophyceae et les Zygophyceae).

Les Schizophyta dominant avec 11 taxons, soit 55% de l'ensemble des algues

récoltées. Elles sont suivies par les Chlorophyta avec 07 représentant 24% puis les Chromophyta et les Euglénophyta avec respectivement 04 (12%) et 03 (9%) taxons uniquement (**Figure N°13**).

Selon la **figure N°14**, les Schizophyte sont représentées par l'unique classe des Cyanophyceae avec un grand nombre de taxons inventoriées (55%) dont 10 appartenant à une seule famille des Oscillatoriaceae parmi lesquelles on trouve les genres : *Oscillatoria*, *Lyngbya*, genres révélés très toxiques. (**Chorus et Bartram, 1999** et **Brient et al., 2001**), in **Djouad (2007)** et **AFSSA et AFSSET (2006)**.

Concernant les Chlorophyta, pour leur part sont représentées par trois classes Euchlorophyceae, Ulotrichophyceae et Zygothricophyceae avec dominance des Ulotrichophyceae 05 taxons qui attient 15% de la totalité des algues inventoriées pour cette station. Par ailleurs les Chromophyta, représentent un taux de 12 % répartie en deux classes, Bacillatoriaceae (3%) et les Diatomophyceae (9%) de la totalité des taxons identifiés (04 taxons). Par contre les Euglenophyta elles occupent 9% seulement de taxons.

Quantitativement, la classe des Cyanophycée est les plus dominantes, suivies par la classe des Ulotrichophyceae. (**Figure N°14**).

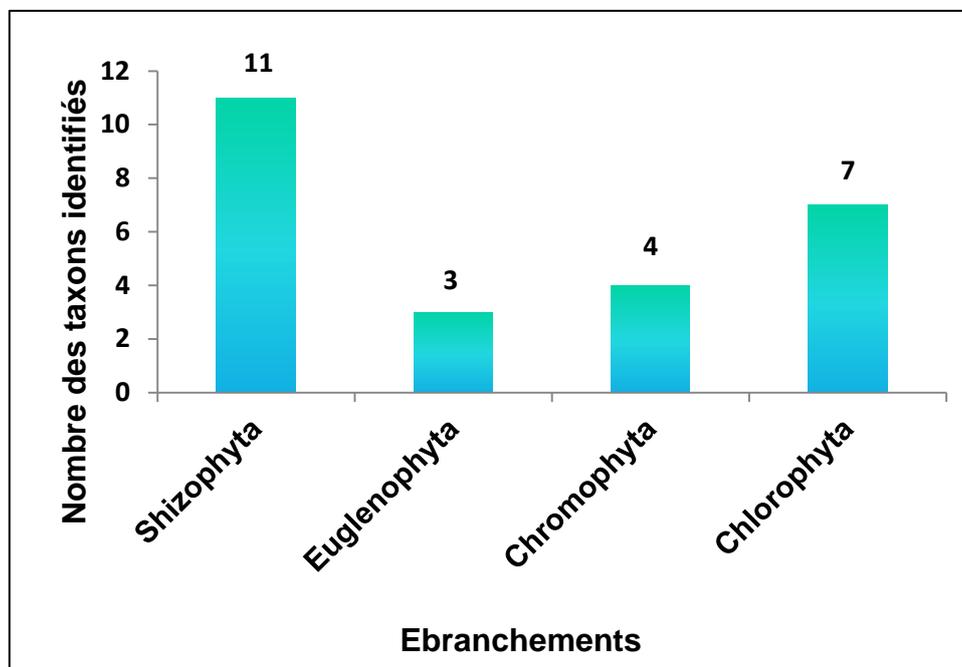


Figure N°13 : Répartition des différents embranchements d'algues dans l'ensemble des récoltes de la Lagune Tamelaht au cours de la période mars- mai 2017.

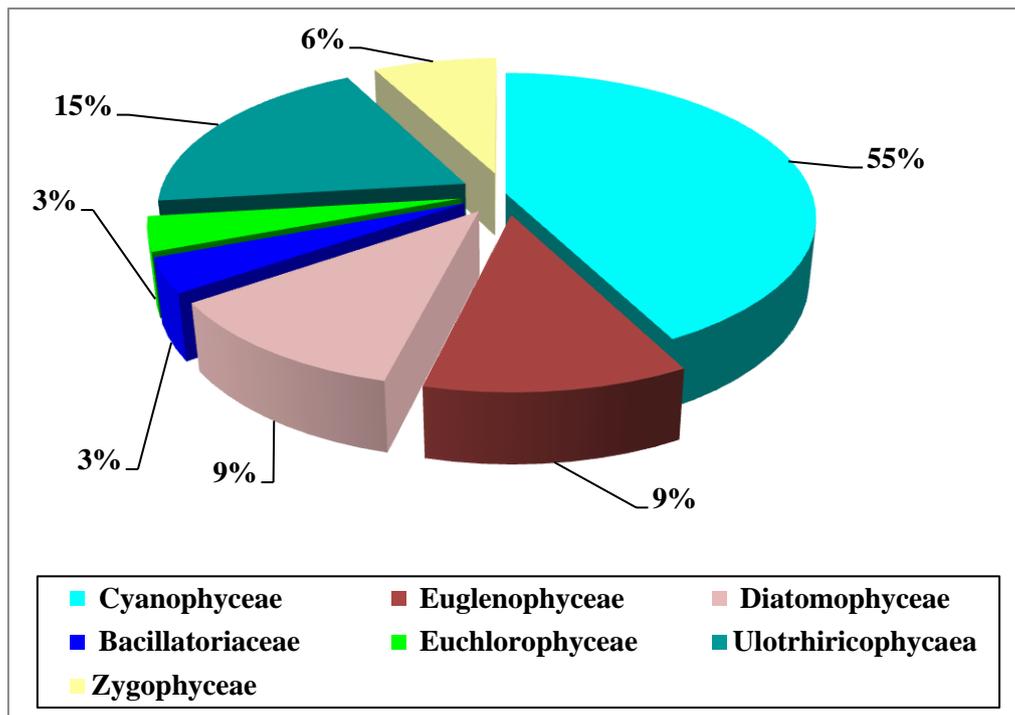


Figure N°14: Répartition des différents embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes de la Lagune Tamelaht au cours de la période mars-mai, 2017.

IV.2.1.1. Evolution de la richesse taxinomique pendant les périodes 2007, 2012 et 2017

La composition taxinomique révélée par l'étude de la flore algale de la lagune Tamelaht prospectée durant la période mars-mai, 2017, affirme une diminution de la richesse taxinomique à travers le temps.

L'analyse comparative entre les études réalisées pour cette station en 2007 et 2012 à celle de ce présent travail, indique une modification dans la structure de la communauté algale en matière de richesse spécifique. (**Tableau. IV**).

Tableau. IV: Tableau comparatif des analyses floristiques de la lagune Tamehlaht des années 2007, 2012 et 2017.

| | Djouad (2007) | Sayad et Ait Meziane(2012) | Présente étude |
|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------|
| Embranchement | Nombre de taxons | | |
| Schizophyta | 38 (50%) | 23 (33,33%) | 11 (55%) |
| Euglenophyta | 08 (10,52%) | 07 (10,14%) | 03 (11%) |
| Pyrrophyta | 01 (1,31%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| Chromophyta | 13 (17,10%) | 19 (27,53%) | 04 (12%) |
| Chlorophyta | 16 (21,05%) | 20 (28,98%) | 07 (24%) |
| Total | 76 | 69 | 25 |

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

Les effectifs retrouvés dans le présent travail sont nettement inférieurs à ceux trouvés par **Djouad (2007)** et **Sayed et Ait Meziane (2012)** pour cette lagune. Notre étude nous a permis de répertorié 25 taxons pour ce plan d'eau, ce qui implique une diminution de 44 taxons par rapport à celui de 2012 et 51 taxons par rapport a l'étude de 2007.

Les résultats obtenus révèlent un changement remarquable en matière de la répartition des espèces en fonction de temps. En effet, les Pyrrophyta sont totalement absents durant notre période d'étude mais ne montrent pas de variation par rapport aux effectifs trouvés en 2007 et 2012. Par contre les Schizophyta représentés par 55% de taxons et qui constituent le groupe le mieux représenté en 2007 et 2012 avec respectivement 50% et 33% a montré une légère augmentation par rapport à ceux trouvés en 2012 de 21,67% de la totalité des taxons inventoriés mais reste le mieux représenté au cours de cette étude et ce ci pourrait être due à la disponibilité des conditions favorables à leurs développement.

Les Chlorophyta pour leurs parts, sont représentés par 07 taxons, soit 24%. En revanche l'embranchement des Chromophyta qui présentent effectivement 04 taxons soit 12% occupe la troisième position après les Schizophyta et les Chlorophyta.

L'effectif des Euglénophyta présente une diminution en comparant toujours à ceux de 2007 et 2012 avec 03 taxons (11%).

IV.2.2. Lac Mézaia

Sur l'ensemble des prélèvements effectués dans ce lac, 44 taxons ont pu être identifiés. Ce lac est richement représenté en taxons par rapport à la lagune Tamelaht. En effet, il présente à lui seul plus de la moitié des taxons inventoriés avec 44 taxons (77%) repartis en 4 embranchements et 06 classes comme suit:

- 17 Schizophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 06 Euglenophyta (1 seule classe : Euglenophyceae).
- 01 Chromophyta (1 seule classe : Diatomophyceae).
- 20 Chlorophyta (3 classes : Euchlorophyceae, Ulotrichophyceae et Zygothricophyceae).

Comme la montre bien la **figure N°15**, presque la moitié des taxons inventoriés appartiennent aux Chlorophyta avec 20 taxons qui atteignent 43% de la totalité des taxons identifiés, suivies par les Schizophyta, soit 17 taxons qui représentent un pourcentage de (39%), avec dominance des formes filamenteuses.

Les embranchements présents mais les moins représentés sont respectivement ceux des Euglenophyta, avec 06 taxons, soit 14% et les Chromophyta avec seulement un seul taxon atteints 2%.

D'après la **figure N°16**, on constate que parmi les Chlorophyta, les Euchlorophyceae sont quantitativement la classe la mieux représentée avec 13 taxons (29%). Ces derniers sont principalement représentés par les genres *Scenedesmus* et *Oocystis*. Les classes des Ulotrichophyceae et des Zygothricophyceae sont presque égales en taxons avec respectivement 04 et 03 taxons soient 7% et 2%.

L'embranchement des Euglenophyta qui est représenté par 14% des taxons est marqué par la seule classe des Euglenophyceae. Quant aux Chromophyta, leurs effectifs sont très faibles et sont représentés uniquement par la classe des Diatomophyceae avec 2% suivi d'une absence totale de la classe des Bacillariaceae.

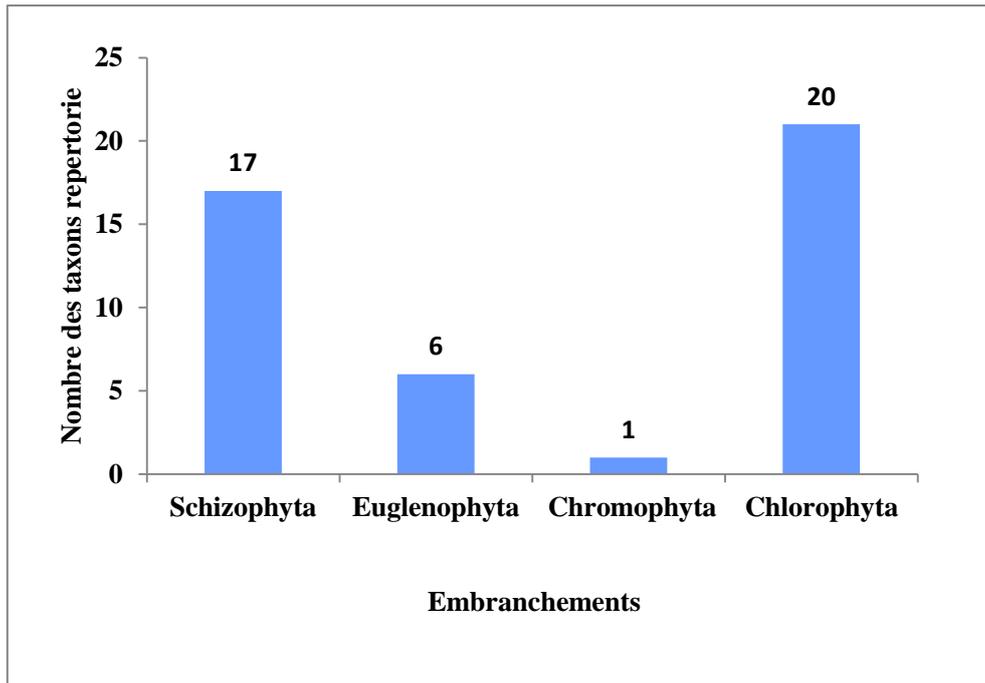


Figure N°15 : Répartition des différents embranchements d’algues dans l’ensemble des récoltes du lac Mézaia au cours de la période mars-mai, 2017.

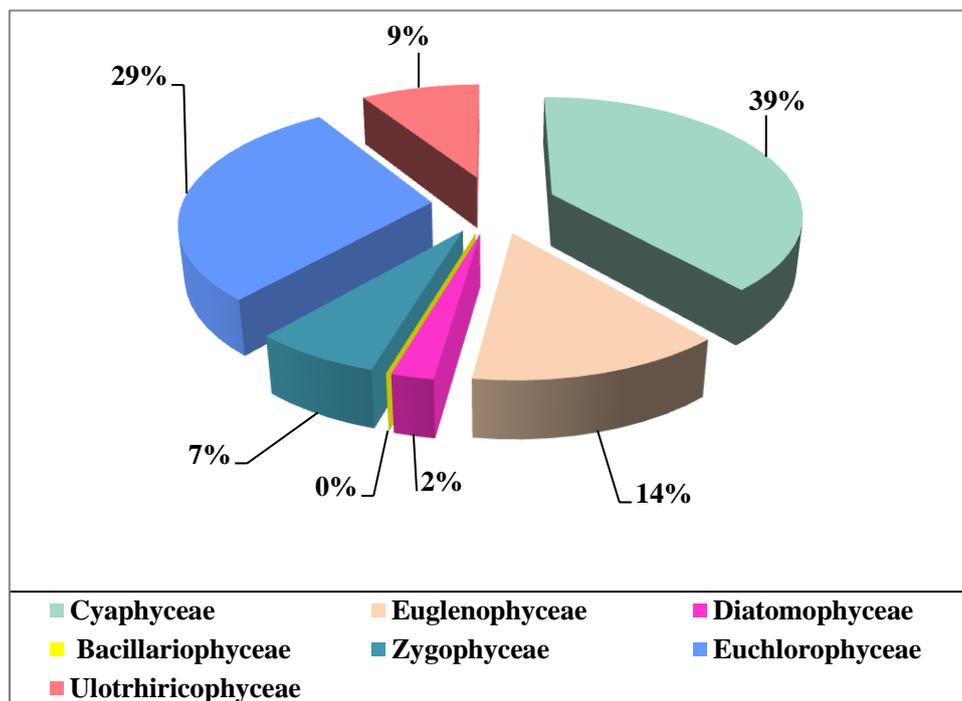


Figure N°16 : Répartition des différents embranchements d’algues en classe dans l’ensemble des récoltes du lac Mézaia au cours de la période mars-mai, 2017.

IV.2.2.1. Evolution de la richesse taxinomique pendant les périodes 2007 et 2017

L'étude comparative de la structure de la communauté algale dans le lac Mézaia durant les années 2007 et 2017 comme est indiquée sur le tableau suivant :

Tableau.V : Tableau comparatif des analyses floristiques de l'année 2007 et 2017 de lac Mezaia

| | Djouad (2007) | Notre étude (2017) |
|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Embranchement | nombre de taxons | |
| Schizophyta | 71 (59,66%) | 17 (39%) |
| Euglenophyta | 04 (03,36%) | 06 (14%) |
| Pyrophyta | 02 (01,68%) | 00 (00%) |
| Chromophyta | 06 (05,04%) | 01 (02%) |
| Chlorophyta | 36 (30,25%) | 20 (45%) |
| Total | 119 | 44 |

L'étude de ce tableau, montre en toute évidence une modification dans la structure de la communauté algale dans sa composition.

En effet, une diminution des Chlorophyta par rapport à celles de 2007 est bien apparente avec 21 taxons suivis par celles des Schizophyta avec 17 taxons. Ces Schizophyta sont surtout représentées par des espèces filamenteuses du genre *Oscillatoria*, et *spirulina*. Les Chromophyta n'ont pas variées pendant ces deux périodes (2007 et 2017) alors que les Euglenophyta, groupe principalement connu pour leurs préférences des milieux riches en matières organiques est composé par le genre *Euglena*, *Phacus* sont vu leur nombre élevé dans cette station de 06 taxons. Par contre, on trouve une absence totale de l'embranchement des Perophyta durant cette étude.

IV.3. Composition taxinomique des algues bleues (Cyanophyceae)

Au cours du période allant de mars à mai de l'année 2017, 22 espèces **Tableau. VI** ont été répertoriés des deux stations et niveaux confondus. Ces espèces sont représentées par l'unique classe des Cyanophyceae, réparties en 03 familles comme suit : (**Figure N°17**).

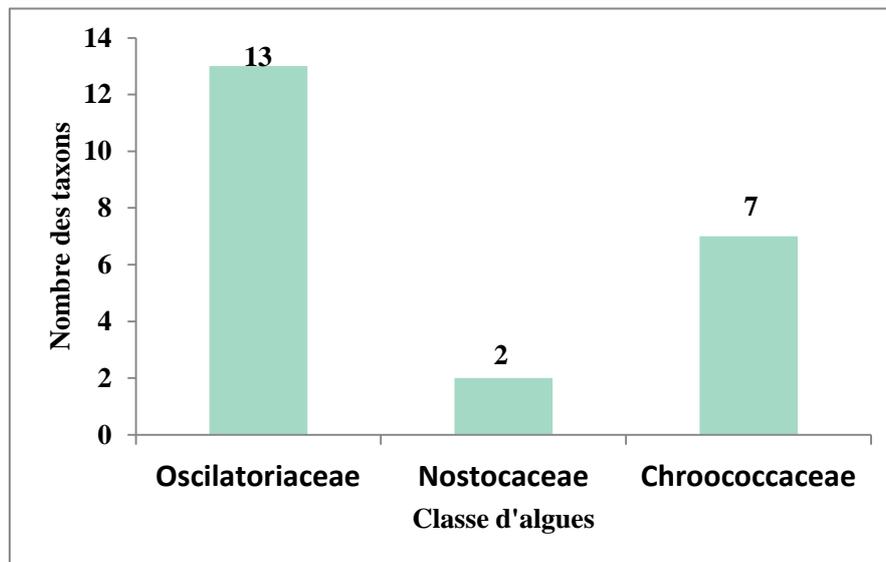


Figure N°17 : Nombre de taxons d'algues bleues (cyanophyceae) répartis par famille dans l'ensemble des récoltes des deux sites étudiés (Lagune Tamelaht, lac Mézaia) au cours de la période mars- mai, 2017.

D'après la **figure N°17**, il ressort que sur l'ensemble des Cyanophyceae répertoriés pendant cette étude, la famille des Oscillatoriaceae constitue presque la moitié de la présente classe avec au total 13 taxons suivies par la famille des Chroococcaceae avec 07 taxons. La famille des Nostocaceae ne présente que 02 taxons.

La lagune Tamelaht n'est représentée que par deux familles (**Figure N°18**). Parmi les 22 taxons d'algues bleues inventoriées, 10 appartiennent à la famille des Oscillatoriaceae (91%) qui est la mieux représentée suivie par la famille des Nostocaceae avec seulement 11 taxons (9%) alors que la famille des Chroococcaceae est totalement absente.

A la différence de la lagune Tamelaht, le lac Mézaia est riche en cyanophyceae. Les taxons répertoriés sont au nombre de 17 taxons. La **figure N°19** montre que ce plan d'eau est représenté avec 03 familles mais avec est prédominance des Oscillatoriaceae avec 08 taxons (50%) suivies par la famille des Chroococcaceae avec 06 taxons (39%). Les Nostocaceae pour leurs par ne sont représenté que par 02 taxons (11%).

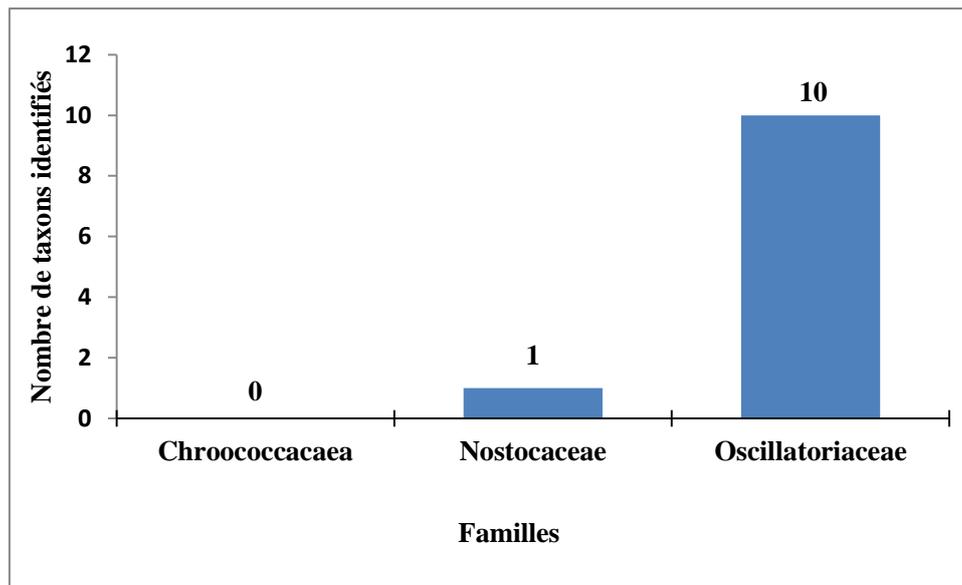


Figure N°18: Répartition en famille des Cyanophyceae inventoriés dans la lagune Tamelaht.

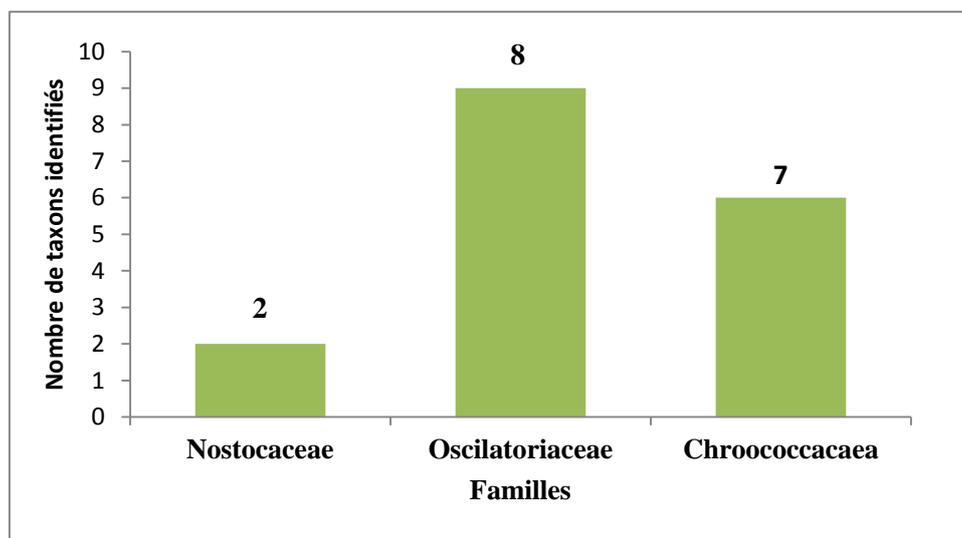


Figure N°19 : Répartition en famille des Cyanophyceae identifiés dans le lac Mézaia.

IV.3.1. Effectifs des Cyanophyceae toxiques

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

Tableau. VI : Liste des espèces de cyanobactéries potentiellement toxiques selon (AFASSA et AFSSET, 2006), identifiées au niveau des deux stations au cours de la période d'étude (mars-mai, 2017)

| | | | | Stations | |
|--|------------------------------|-----------------|--|------------|--|
| Les cyanophyceae toxiques inventoriées/famille | | Lagune Tamejaht | | Lac Mézaia | |
| 1. Famille des Nostocaceae | | | | | |
| 01 | <i>Anabaena affinis</i> | + | | + | |
| | | 01 | | 01 | |
| 2. Famille des Oscillatoriaceae | | | | | |
| 02 | <i>Lyngbia major</i> | + | | - | |
| 03 | <i>Oscillatoria limosa</i> | + | | - | |
| 04 | <i>Oscillatoria princeps</i> | + | | - | |
| 05 | <i>Oscillatoria formosa</i> | + | | + | |
| Total/Famille | | 04 | | 01 | |
| Total taxons / station | | 05 | | 02 | |

Il ressort de ce tableau que parmi les 17 taxons d'algues bleues inventoriées, 05 espèces au totale sont toxiques dont 02 taxons sont récoltés au lac Mézaia, et 05 dans la lagune Tamejaht.

Les taxons toxiques présent à la lagune Tamejaht, sont représentés par le genre Nostocaceae avec l'espèce *Anabaena affinis*, et les genres Oscillatoriaceae avec *Lyngbia major*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*. Par contre, pour le lac Mézaia, les 03 espèces toxiques présentes sont dominées par les Nostocaceae avec deux espèces : *Anabaena affinis* et les Oscillatoriaceae avec 01 seul taxons du genre *Oscillatoria formosa*.

D'une manière générale, nous pouvons conclure que en prenant uniquement en considération les espèces Schizophyta présentes dans chaque station, en terme de pourcentage, au total (39%) d'espèces toxiques sont répertoriées dans le lac Mézaia et (55 %) au niveau de la lagune Tamejaht. (**Figure N°20**).

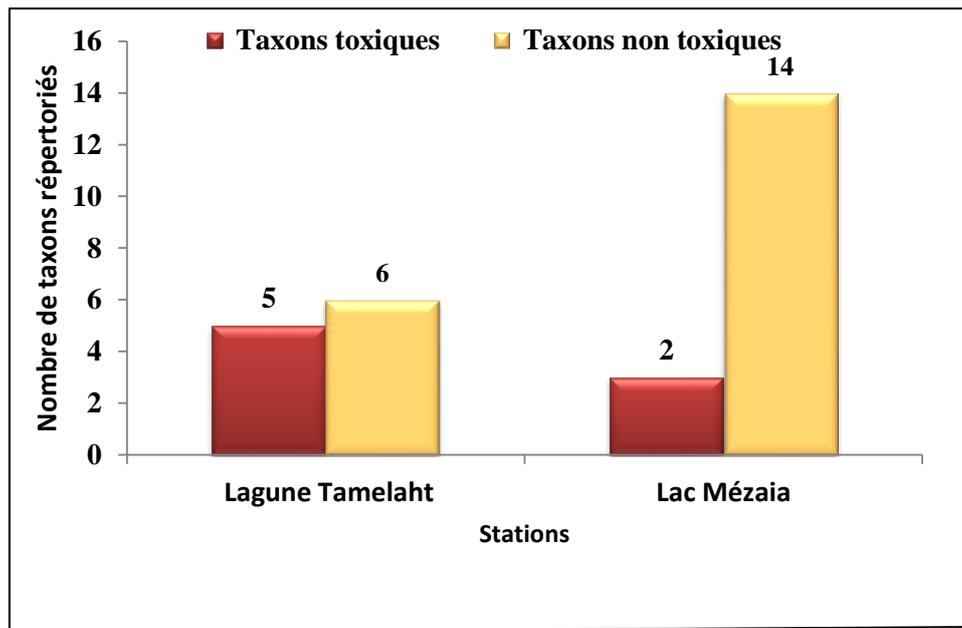


Figure N°20: Distribution des Cyanophyceae (Schizophyta) toxiques et non toxiques inventoriés au niveau des deux stations ; Lagune Tamelaht et lac Mézaia au cour de la période mars- mai, 2017.

D'après la **figure N°20**, il ressort que, parmi la totalité des Schizophyta (22 Cyanophyceae) présentes dans les deux stations, 05 espèces toxiques sont répertoriées durant la période d'étude, ces espèces sont : *Anabaena affinis*, *Lyngbya major*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*, espèces déjà signalée par **Djouad (2007)** et **Sayed et Ait Meziane (2012)** dans les deux milieux.

Comme la plupart des Cyanophyceae, 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**), et à leur capacité d'assimiler d'autre éléments.

La richesse taxinomique en espèces toxiques, de deux milieux étudiés montrent des différences en termes de nombre et de richesse taxinomiques en espèces toxiques.

NB : le trait sur chaque photo représente 10 μ m.

IV.2. Analyse taxinomique des communautés algales des deux stations

Dans l'ensemble des prélèvements réalisés dans deux milieux aquatiques de la région de Bejaia dont l'objectif initial est d'estimer la flore algale des milieux prospectés en particulier les Cyanophyceae, nous avons répertorié 57 taxon répartis en 04 embranchement différents et 07 classes comme suit :

- 22 Schyzophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 07 Euglenophyta (1 seule classe : Euglénophyceae).
- 04 Chromophyta (2 classes : Diatomophyceae, Bacillariophyceae).
- 24 Chlorophyta (03 classes : Euchlorophyceae ; Ulotrhiricophyceae, Zygoephyceae).

Les figures N°11 et N°12 illustrent respectivement la répartition des ces embranchement et les classes existantes dans les deux sites d'étude.

Les Chlorophyta dominant avec 24 taxons, représentent 42% de l'ensemble des algues déterminées. Elles sont suivies par les Schizophyta avec 22 taxons (39%); puis viennent les Euglenophyta avec 07 taxons (12%) et enfin les Chromophyta avec seulement 04 taxons de la totalité des taxons identifiés. (7 %).

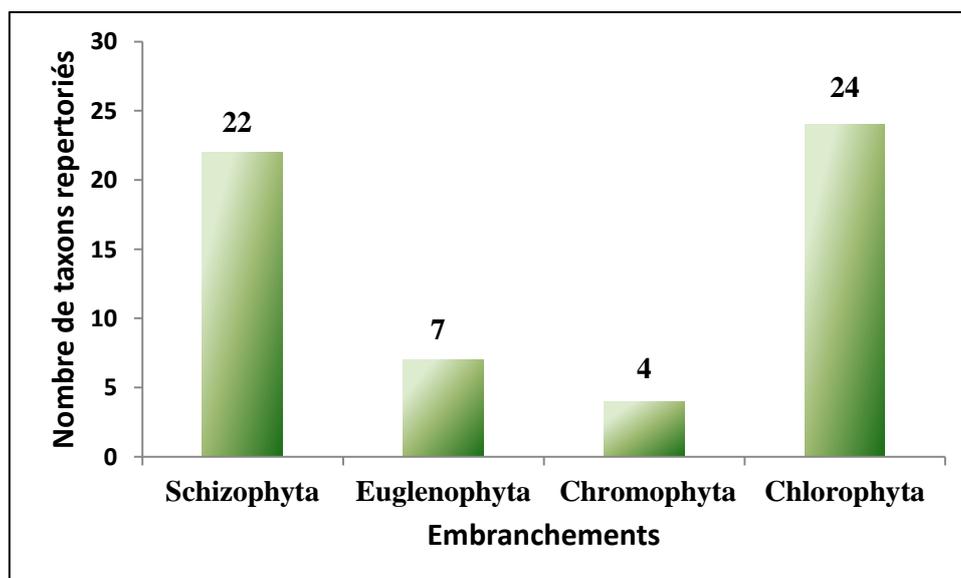


Figure N°11 : Répartition des différents embranchements d'algues dans l'ensemble des récoltes des

deux sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia) au cours de la période mars- mai, 2017.

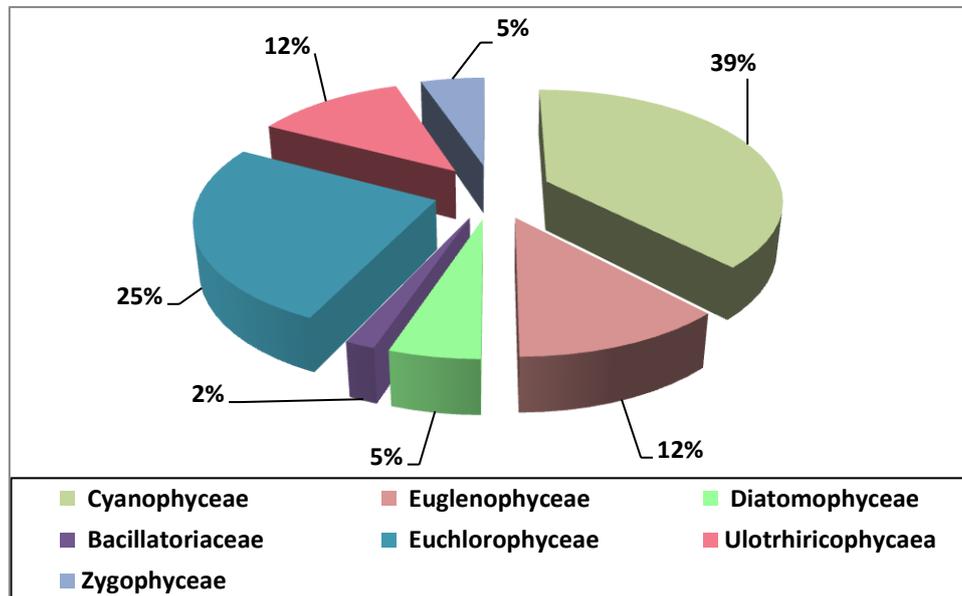


Figure N°12 : Répartition des différents Embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes des deux sites prospectés (Lagune Tamelaht, Lac Mézaia) au cours de la période mars- mai, 2017.

Comme l'indique bien la **figure N°012**, plus de la moitié des taxons inventoriés appartiennent la classe des Cyanophyceae aux, qui représentent un pourcentage de 39%, avec dominance des formes filamenteuses, suivies par la classe des Euchlorophyceae qui atteint 25% de la totalité des taxons identifiés. Les Euglenophyta, les Ulothricophyceae avec 12%, les classes Zygophyceae et Diatomophyceae ont également un pourcentage de 5% et une présence mais assez faible pour la classe des Bacillatoriaceae qui atteint 2% seulement.

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

IV.2.1. La lagune Tamelaht

Sur l'ensemble des prélèvements effectués dans cette lagune, 25 taxons ont pu être identifiés :

- 11 Schizophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 03 Euglenophyta (1 seule classe : Euglénophyceae).
- 04 Chromophyta (2 classes : Diatomophyceae, Bacillatoriaceae).
- 07Chlorophyta (3 classes : Euchlorophyceae, Ulothricophyceae et les Zygophyceae).

Les Schizophyta dominant avec 11 taxons, soit 55% de l'ensemble des algues

récoltées. Elles sont suivies par les Chlorophyta avec 07 représentant 24% puis les Chromophyta et les Euglénophyta avec respectivement 04 (12%) et 03 (9%) taxons uniquement (**Figure N°13**).

Selon la **figure N°14**, les Schizophyte sont représentées par l'unique classe des Cyanophyceae avec un grand nombre de taxons inventoriées (55%) dont 10 appartenant à une seule famille des Oscillatoriaceae parmi lesquelles on trouve les genres : *Oscillatoria*, *Lyngbya*, genres révélés très toxiques. (**Chorus et Bartram, 1999** et **Brient et al., 2001**), in **Djouad (2007)** et **AFSSA et AFSSET (2006)**.

Concernant les Chlorophyta, pour leur part sont représentées par trois classes Euchlorophyceae, Ulotrichophyceae et Zygoophyceae avec dominance des Ulotrichophyceae 05 taxons qui attient 15% de la totalité des algues inventoriées pour cette station. Par ailleurs les Chromophyta, représentent un taux de 12 % répartie en deux classes, Bacillatoriaceae (3%) et les Diatomophyceae (9%) de la totalité des taxons identifiés (04 taxons). Par contre les Euglenophyta elles occupent 9% seulement de taxons.

Quantitativement, la classe des Cyanophycée est les plus dominantes, suivies par la classe des Ulotrichophyceae. (**Figure N°14**).

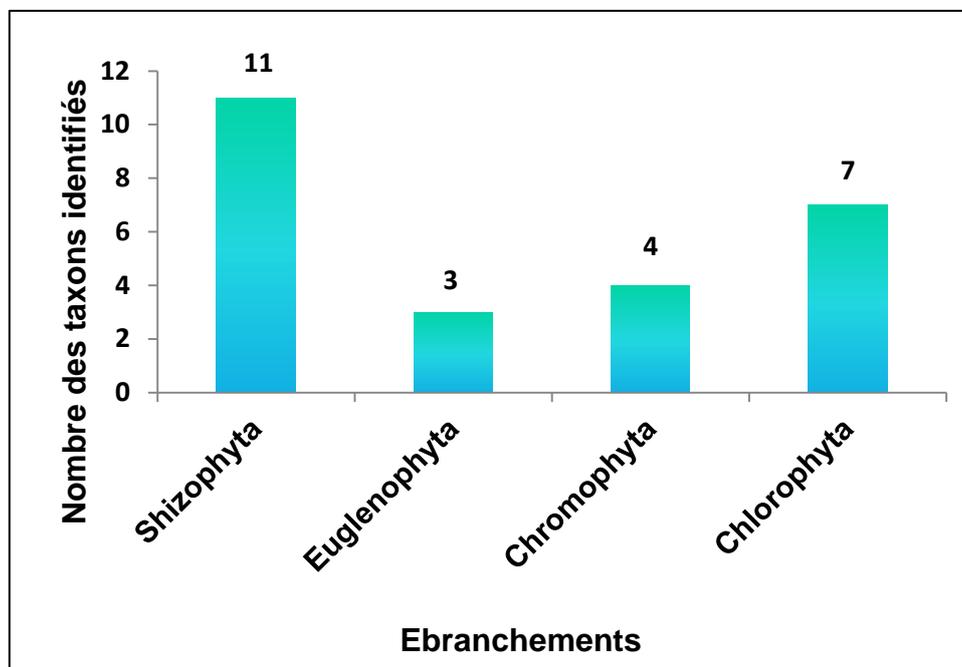


Figure N°13 : Répartition des différents embranchements d'algues dans l'ensemble des récoltes de la Lagune Tamelaht au cours de la période mars- mai 2017.

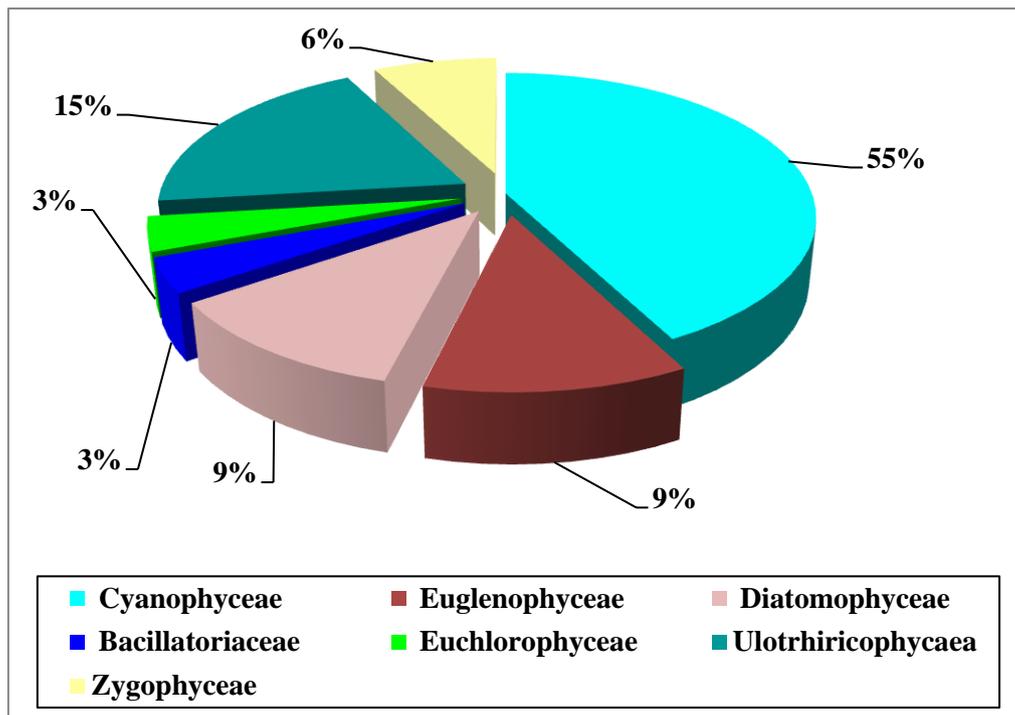


Figure N°14: Répartition des différents embranchements d'algues en classe dans l'ensemble des récoltes de la Lagune Tamelaht au cours de la période mars-mai, 2017.

IV.2.1.1. Evolution de la richesse taxinomique pendant les périodes 2007, 2012 et 2017

La composition taxinomique révélée par l'étude de la flore algale de la lagune Tamelaht prospectée durant la période mars-mai, 2017, affirme une diminution de la richesse taxinomique à travers le temps.

L'analyse comparative entre les études réalisées pour cette station en 2007 et 2012 à celle de ce présent travail, indique une modification dans la structure de la communauté algale en matière de richesse spécifique. (**Tableau. IV**).

Tableau. IV: Tableau comparatif des analyses floristiques de la lagune Tamelaht des années 2007, 2012 et 2017.

| | Djouad (2007) | Sayad et Ait Meziane(2012) | Présente étude |
|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------|
| Embranchement | Nombre de taxons | | |
| Schizophyta | 38 (50%) | 23 (33,33%) | 11 (55%) |
| Euglenophyta | 08 (10,52%) | 07 (10,14%) | 03 (11%) |
| Pyrrophyta | 01 (1,31%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| Chromophyta | 13 (17,10%) | 19 (27,53%) | 04 (12%) |
| Chlorophyta | 16 (21,05%) | 20 (28,98%) | 07 (24%) |
| Total | 76 | 69 | 25 |

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

Les effectifs retrouvés dans le présent travail sont nettement inférieurs à ceux trouvés par **Djouad (2007)** et **Sayed et Ait Meziane (2012)** pour cette lagune. Notre étude nous a permis de répertorié 25 taxons pour ce plan d'eau, ce qui implique une diminution de 44 taxons par rapport à celui de 2012 et 51 taxons par rapport a l'étude de 2007.

Les résultats obtenus révèlent un changement remarquable en matière de la répartition des espèces en fonction de temps. En effet, les Pyrrophyta sont totalement absents durant notre période d'étude mais ne montrent pas de variation par rapport aux effectifs trouvés en 2007 et 2012. Par contre les Schizophyta représentés par 55% de taxons et qui constituent le groupe le mieux représenté en 2007 et 2012 avec respectivement 50% et 33% a montré une légère augmentation par rapport à ceux trouvés en 2012 de 21,67% de la totalité des taxons inventoriés mais reste le mieux représenté au cours de cette étude et ce ci pourrait être due à la disponibilité des conditions favorables à leurs développement.

Les Chlorophyta pour leurs parts, sont représentés par 07 taxons, soit 24%. En revanche l'embranchement des Chromophyta qui présentent effectivement 04 taxons soit 12% occupe la troisième position après les Schizophyta et les Chlorophyta.

L'effectif des Euglénophyta présente une diminution en comparant toujours à ceux de 2007 et 2012 avec 03 taxons (11%).

IV.2.2. Lac Mézaia

Sur l'ensemble des prélèvements effectués dans ce lac, 44 taxons ont pu être identifiés. Ce lac est richement représenté en taxons par rapport à la lagune Tamelaht. En effet, il présente à lui seul plus de la moitié des taxons inventoriés avec 44 taxons (77%) repartis en 4 embranchements et 06 classes comme suit:

- 17 Schizophyta (1 seule classe : Cyanophyceae).
- 06 Euglenophyta (1 seule classe : Euglenophyceae).
- 01 Chromophyta (1 seule classe : Diatomophyceae).
- 20 Chlorophyta (3 classes : Euchlorophyceae, Ulotrichophyceae et Zygothricophyceae).

Comme la montre bien la **figure N°15**, presque la moitié des taxons inventoriés appartiennent aux Chlorophyta avec 20 taxons qui atteignent 43% de la totalité des taxons identifiés, suivies par les Schizophyta, soit 17 taxons qui représentent un pourcentage de (39%), avec dominance des formes filamenteuses.

Les embranchements présents mais les moins représentés sont respectivement ceux des Euglenophyta, avec 06 taxons, soit 14% et les Chromophyta avec seulement un seul taxon atteints 2%.

D'après la **figure N°16**, on constate que parmi les Chlorophyta, les Euchlorophyceae sont quantitativement la classe la mieux représentée avec 13 taxons (29%). Ces derniers sont principalement représentés par les genres *Scenedesmus* et *Oocystis*. Les classes des Ulotrichophyceae et des Zygothricophyceae sont presque égales en taxons avec respectivement 04 et 03 taxons soient 7% et 2%.

L'embranchement des Euglenophyta qui est représenté par 14% des taxons est marqué par la seule classe des Euglenophyceae. Quant aux Chromophyta, leurs effectifs sont très faibles et sont représentés uniquement par la classe des Diatomophyceae avec 2% suivi d'une absence totale de la classe des Bacillariaceae.

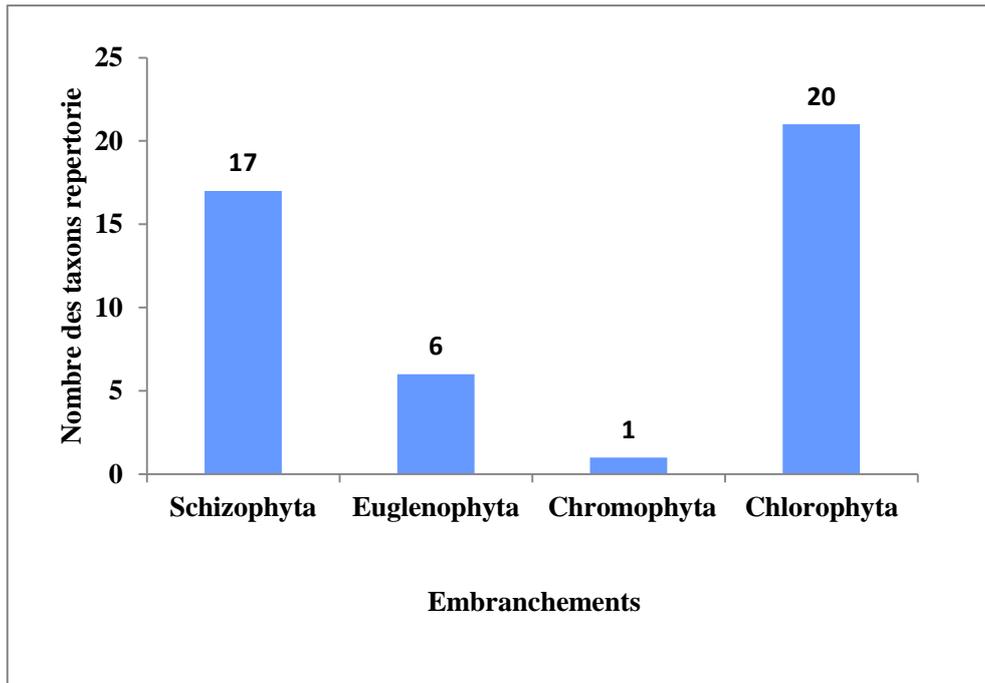


Figure N°15 : Répartition des différents embranchements d’algues dans l’ensemble des récoltes du lac Mézaia au cours de la période mars-mai, 2017.

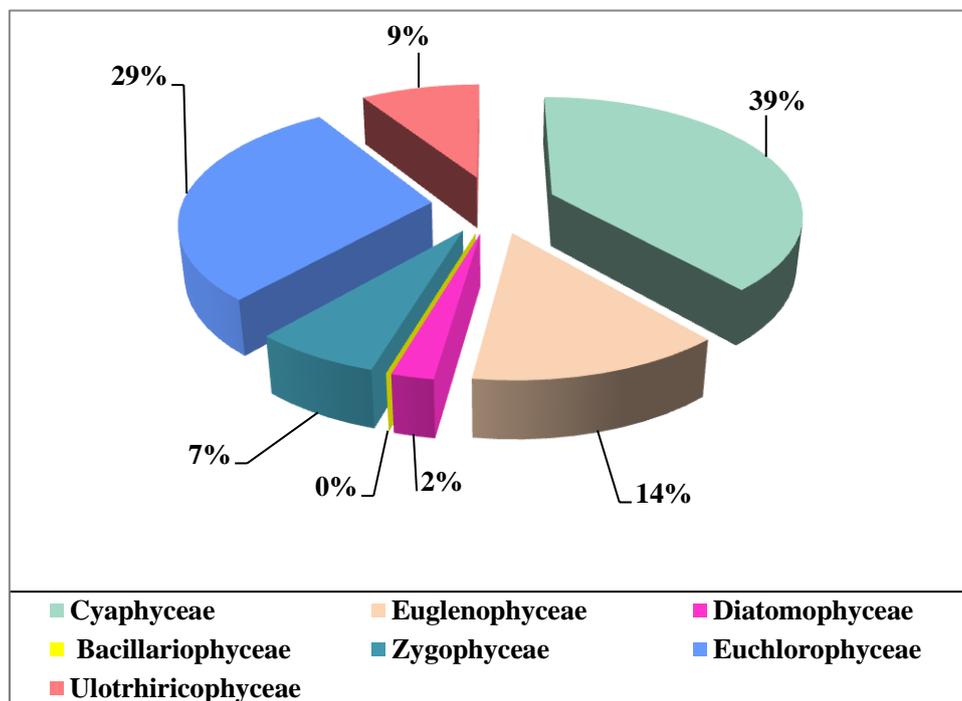


Figure N°16 : Répartition des différents embranchements d’algues en classe dans l’ensemble des récoltes du lac Mézaia au cours de la période mars-mai, 2017.

IV.2.2.1. Evolution de la richesse taxinomique pendant les périodes 2007 et 2017

L'étude comparative de la structure de la communauté algale dans le lac Mézaia durant les années 2007 et 2017 comme est indiquée sur le tableau suivant :

Tableau.V : Tableau comparatif des analyses floristiques de l'année 2007 et 2017 de lac Mezaia

| | Djouad (2007) | Notre étude (2017) |
|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Embranchement | nombre de taxons | |
| Schizophyta | 71 (59,66%) | 17 (39%) |
| Euglenophyta | 04 (03,36%) | 06 (14%) |
| Pyrophyta | 02 (01,68%) | 00 (00%) |
| Chromophyta | 06 (05,04%) | 01 (02%) |
| Chlorophyta | 36 (30,25%) | 20 (45%) |
| Total | 119 | 44 |

L'étude de ce tableau, montre en toute évidence une modification dans la structure de la communauté algale dans sa composition.

En effet, une diminution des Chlorophyta par rapport à celles de 2007 est bien apparente avec 21 taxons suivis par celles des Schizophyta avec 17 taxons. Ces Schizophyta sont surtout représentées par des espèces filamenteuses du genre *Oscillatoria*, et *spirulina*. Les Chromophyta n'ont pas variées pendant ces deux périodes (2007 et 2017) alors que les Euglenophyta, groupe principalement connu pour leurs préférences des milieux riches en matières organiques est composé par le genre *Euglena*, *Phacus* sont vu leur nombre élevé dans cette station de 06 taxons. Par contre, on trouve une absence totale de l'embranchement des Perophyta durant cette étude.

IV.3. Composition taxinomique des algues bleues (Cyanophyceae)

Au cours du période allant de mars à mai de l'année 2017, 22 espèces **Tableau. VI** ont été répertoriés des deux stations et niveaux confondus. Ces espèces sont représentées par l'unique classe des Cyanophyceae, réparties en 03 familles comme suit : (**Figure N°17**).

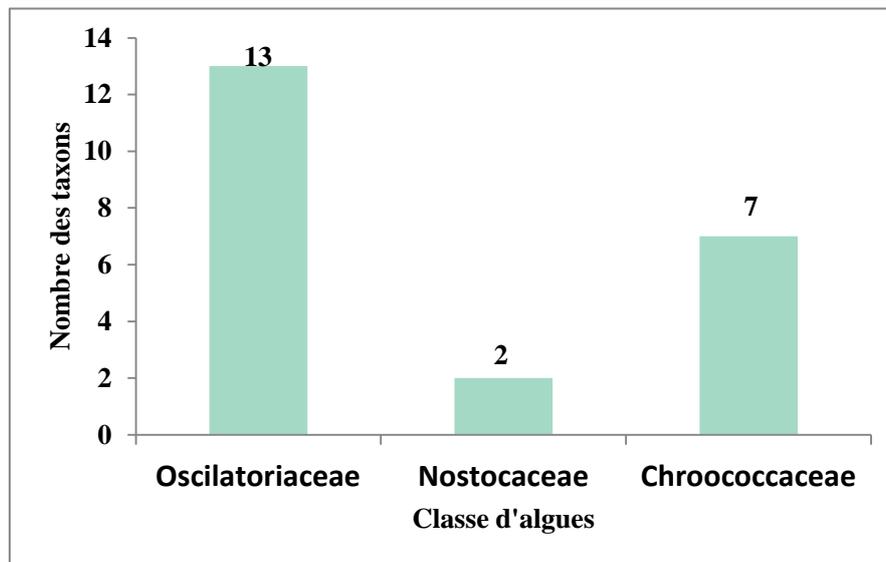


Figure N°17 : Nombre de taxons d'algues bleues (cyanophyceae) répartis par famille dans l'ensemble des récoltes des deux sites étudiés (Lagune Tamelaht, lac Mézaia) au cours de la période mars- mai, 2017.

D'après la **figure N°17**, il ressort que sur l'ensemble des Cyanophyceae répertoriés pendant cette étude, la famille des Oscillatoriaceae constitue presque la moitié de la présente classe avec au total 13 taxons suivies par la famille des Chroococcaceae avec 07 taxons. La famille des Nostocaceae ne présente que 02 taxons.

La lagune Tamelaht n'est représentée que par deux familles (**Figure N°18**). Parmi les 22 taxons d'algues bleues inventoriées, 10 appartiennent à la famille des Oscillatoriaceae (91%) qui est la mieux représentée suivie par la famille des Nostocaceae avec seulement 11 taxons (9%) alors que la famille des Chroococcaceae est totalement absente.

A la différence de la lagune Tamelaht, le lac Mézaia est riche en cyanophyceae. Les taxons répertoriés sont au nombre de 17 taxons. La **figure N°19** montre que ce plan d'eau est représenté avec 03 familles mais avec est prédominance des Oscillatoriaceae avec 08 taxons (50%) suivies par la famille des Chroococcaceae avec 06 taxons (39%). Les Nostocaceae pour leurs par ne sont représenté que par 02 taxons (11%).

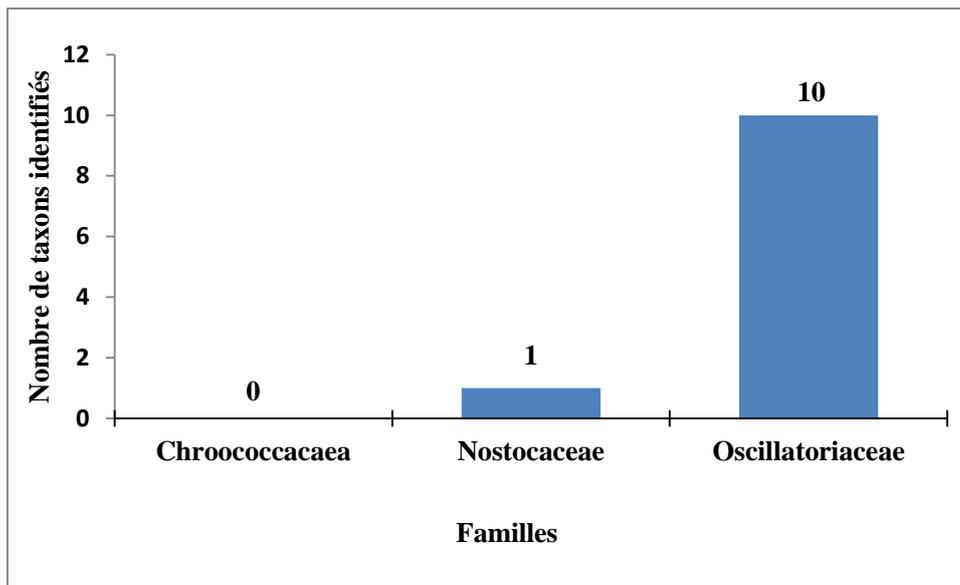


Figure N°18: Répartition en famille des Cyanophyceae inventoriés dans la lagune Tamelaht.

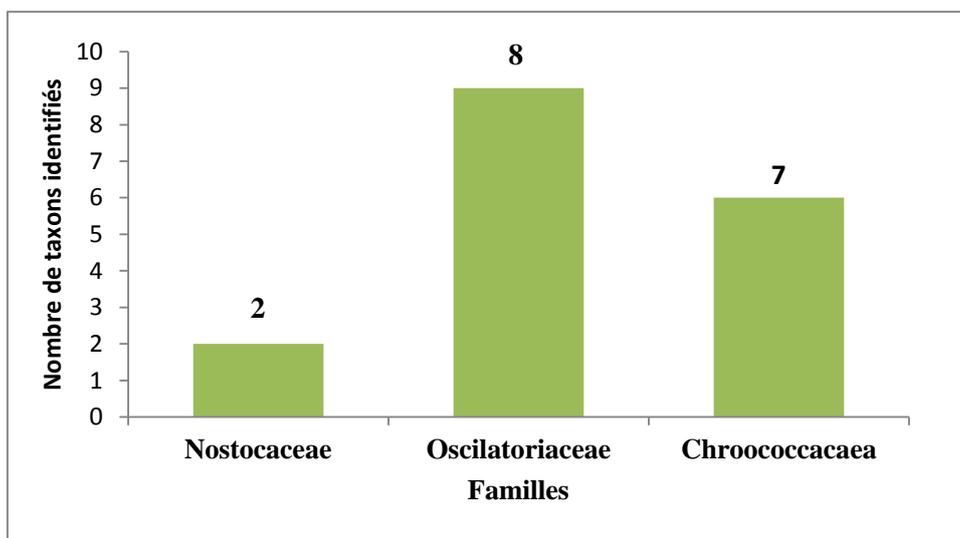


Figure N°19 : Répartition en famille des Cyanophyceae identifiés dans le lac Mézaia.

IV.3.1. Effectifs des Cyanophyceae toxiques

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

Tableau. VI : Liste des espèces de cyanobactéries potentiellement toxiques selon (AFASSA et AFSSET, 2006), identifiées au niveau des deux stations au cours de la période d'étude (mars-mai, 2017)

| | | | | Stations | |
|--|------------------------------|-----------------|--|------------|--|
| Les cyanophyceae toxiques inventoriées/famille | | Lagune Tamejaht | | Lac Mézaia | |
| 1. Famille des Nostocaceae | | | | | |
| 01 | <i>Anabaena affinis</i> | + | | + | |
| | | 01 | | 01 | |
| 2. Famille des Oscillatoriaceae | | | | | |
| 02 | <i>Lyngbia major</i> | + | | - | |
| 03 | <i>Oscillatoria limosa</i> | + | | - | |
| 04 | <i>Oscillatoria princeps</i> | + | | - | |
| 05 | <i>Oscillatoria formosa</i> | + | | + | |
| Total/Famille | | 04 | | 01 | |
| Total taxons / station | | 05 | | 02 | |

Il ressort de ce tableau que parmi les 17 taxons d'algues bleues inventoriées, 05 espèces au totale sont toxiques dont 02 taxons sont récoltés au lac Mézaia, et 05 dans la lagune Tamejaht.

Les taxons toxiques présent à la lagune Tamejaht, sont représentés par le genre Nostocaceae avec l'espèce *Anabaena affinis*, et les genres Oscillatoriaceae avec *Lyngbia major*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*. Par contre, pour le lac Mézaia, les 03 espèces toxiques présentes sont dominées par les Nostocaceae avec deux espèces : *Anabaena affinis* et les Oscillatoriaceae avec 01 seul taxons du genre *Oscillatoria formosa*.

D'une manière générale, nous pouvons conclure que en prenant uniquement en considération les espèces Schizophyta présentes dans chaque station, en terme de pourcentage, au total (39%) d'espèces toxiques sont répertoriées dans le lac Mézaia et (55 %) au niveau de la lagune Tamejaht. (**Figure N°20**).

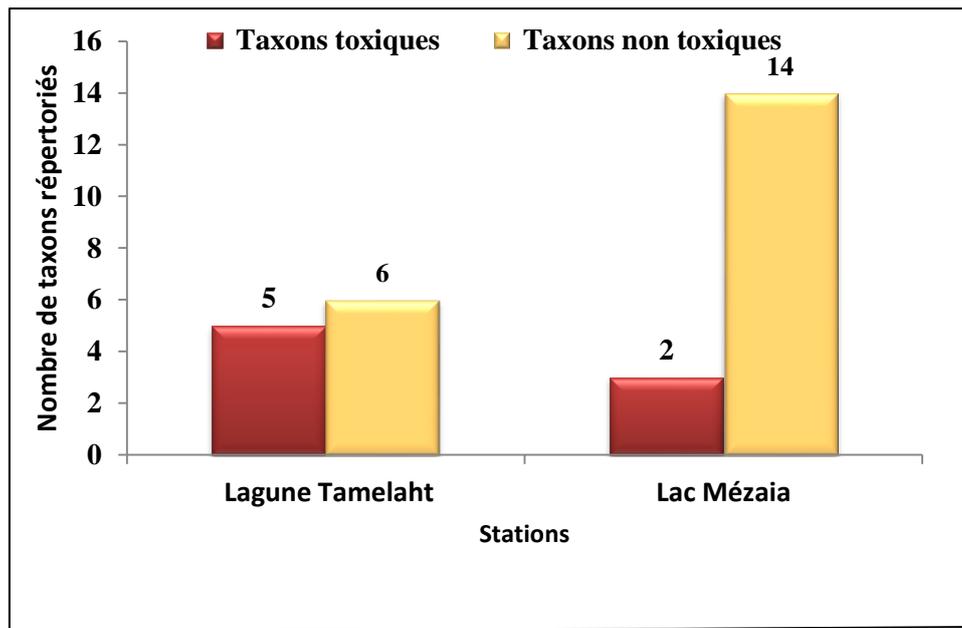
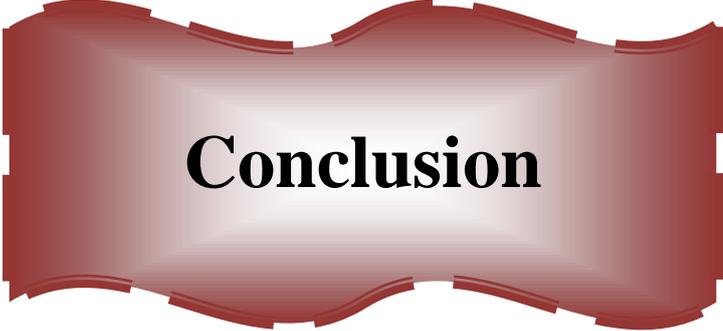


Figure N°20: Distribution des Cyanophyceae (Schizophyta) toxiques et non toxiques inventoriés au niveau des deux stations ; Lagune Tamelaht et lac Mézaia au cour de la période mars- mai, 2017.

D'après la **figure N°20**, il ressort que, parmi la totalité des Schizophyta (22 Cyanophyceae) présentes dans les deux stations, 05 espèces toxiques sont répertoriées durant la période d'étude, ces espèces sont : *Anabaena affinis*, *Lyngbya major*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*, espèces déjà signalée par **Djouad (2007)** et **Sayed et Ait Meziane (2012)** dans les deux milieux.

Comme la plupart des Cyanophyceae, 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**), et à leur capacité d'assimiler d'autre éléments.

La richesse taxinomique en espèces toxiques, de deux milieux étudiés montrent des différences en termes de nombre et de richesse taxinomiques en espèces toxiques.



Conclusion

Ce présent document représente une contribution à l'étude de la flore algale en particulier les cyanobactéries des milieux aquatiques de la région de Béjaïa.

Notre étude s'est intéressée sur deux plans d'eau distincts choisis pour leur importance écologique d'une part et d'autre part dans le but d'identifier le maximum de taxons possibles, de compléter les listes déjà existantes et de faire ressortir les impacts infligés sur ces milieux. Il s'agit de la lagune Tamehlaht et du lac Mézaïa.

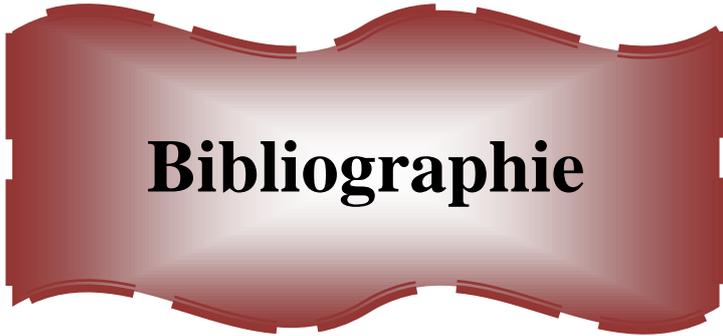
Durant la période de récolte mars-mai 2017, 45 échantillons ont été effectués. Les résultats des observations de ces deux milieux, nous ont permis de répertorier 57 taxons dont 38 ont été déterminés au niveau du genre et 19 au niveau de l'espèce, répartis en quatre embranchements : 22 Schyzophyta, 05 Euglenophyta, 04 Chromophyta et 24 Chlorophyta, et dont plus de la moitié de ces taxons appartiennent à la classe des Cyanophyceae (39%), avec dominance des formes filamenteuses, suivies par la classe des Euchlorophyceae (25%). Les Euglenophyta et les Ulothricophyceae, avec 12%. Les Zygothyceae, Diatomophyceae et Bacillariaceae sont moins représentées.

Il ressort de cette étude, que les deux milieux étudiés présentent une richesse taxinomique distincte. En effet, le lac Mézaïa présente à lui seul plus de la moitié des taxons identifiés (77%) avec dominance des Chlorophyta représentées par 20 taxons de la totalité des taxons. Par contre pour la lagune Tamehlaht, celle-ci ne comporte que moins de 25% des taxons de la totalité avec dominance des Schyzophyta (11 taxons).

Sur l'ensemble des Schyzophyta inventoriées, 05 taxons toxiques ont pu être déterminés au total, dont 02 sont récoltés au lac Mézaïa, et 03 dans la lagune Tamehlaht. Les taxons toxiques présents, sont représentés par le genre Nostocaceae avec l'espèce *Anabaena affinis* et les genres Oscillatoriaceae avec *Lyngbya major*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*.

Compte tenu des résultats obtenus qui ont été consacrés pour l'essentiel à la taxinomie des communautés algales, notre travail reste préliminaire, il paraît d'une grande utilité de poursuivre la présente étude tout en élargissant le champ de recherche. En perspective, nous suggérons les différentes activités de recherche suivantes :

- ✓ La caractérisation physico-chimique des milieux d'étude.
- ✓ L'identification plus précise des algues à l'aide microscopie électronique à balayage.
- ✓ étude des dynamiques des populations algales par le suivi de la fréquence de chaque espèce au cours du temps.
- ✓ La détermination des types de toxines produites ainsi que leurs concentrations.



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. **Abbaci R. Aduad N., 2016**- Contribution à l'identification des euglenophytes de lac Mézaia (Bejaia) : Mémoire de master en science naturelles de l'environnement, université, de Bejaia, 41P.
3. **Abromovitz J N., 1996**- Imperiled water impoverished future the decline of freshwater ecosystem world wach paper 1280 institute. Wastrigton; Fish Boil 753 762P.
4. **AFSSA et AFSSET., 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.
5. **Aklil S., 1997**- Contribution à l'étude ethnologique des zoocénoses du la Mézaia : Mémoire d'ingénieur, Université de Béjaia, 70P.
6. **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.
7. **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.
8. **Babaousmail M., 2014** - Identification des algues du Sahara septentrional: L'effet des algues sur le stress salin (cas de la région de Ouargla) : Mémoire de master ; Domaine Sciences de la nature et de la vie ; Filière : Science agronomique ; Spécialité : Phytoprotection et environnement, universitaire de Ouargla(Algérie) 44P.
9. **Bacha M., 2003**-Contribution à l'étude de la biodiversité phytoplantonique dans les zones humides de Bejaia : Mémoire de magister en biologie, option biologie de la conservation et écodéveloppement, université de Bejaia, 101P.
10. **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.

Références bibliographiques

11. **Bourelly P., 1966** - Les algues d'eau douce : initiation à la systématique, Tome I : les algues vertes Ed. Boubée et Cie ; 511P.
12. **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 Cie, 512P.
13. **Bourelly P., 1990**. Tome I - Les algues vertes .1 N. Bouée et Cie, les algues d'eau douce. Initiation à la systématique, Boudé, Parais, 569P.
14. **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.
15. **Brient L., Vézie 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.
16. **Cardinal C., 1979**-Algues planctoniques du bassin de la Seine (à l'exception des cyanophycées et des diatomées). *Bull. Mus. natn. Hist. nat.*, Paris, 4e sér. **1**, section B, N° 4: 285-327.
17. **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.
18. **Cherif L. et Chibane M., 2002**- Contribution à l'étude de quelques paramètres Physico-chimiques et de la flore algale du lac Tamehah (Béjaia) : Mémoire d'ingénieur en écologie et environnement, université de Béjaia, 69P.
19. **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.
20. **Chorus I., et Bartram J., 1999**- Toxic cyanobacteria in water: a guide to public health signefiance, monitoring and management. Ed. E & FN Spon, London, 400P.
21. **Coste M., 1999**- Atlas des diatomées : pour la mise en ouvre de l'indice biologique diatomées (IBD).150P.
22. **Couté A., 1979**- Cyanophycées planctoniques du bassin de la seine Ed. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat ; Paris, 4e Sér. 1, section B, n° 4 : 267-283.

23. **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, d'IFREMER et du M. N. H. N. : 43-56.
24. **Dehbi -Zebboudj A., Djouad S., Sayad A., Ait Meziane H., 2013** –Vulnérabilité de lagune Tamehah (Bejaia) face au développement des cyanobacteries : Lorrys Journal, ISSN 1112-3680, n°13, Mars 2013, pp. 95-107.
25. **Djouad S., 2007-** Contribution a l'étude de la diversité algale notamment les cyanobactéries dans trois plans d'eau de la région de Bejaia : Magister en écologie et environnement, Université de Béjaïa 123P.
26. **De Reviere B., 2003-**Biologie et physiologie des algues. Tome I. Ed. Belin Sup Sciences. Paris, 255P.
27. **Ernst A., Deicher M., Herman M J. et Wollenzien U I A., 2005-** Nitrate and phosphate affect cultivability of cyanobacteria from environments with low nutrient levels: Applied and Environmental Microbiology 6 (71): 3379–3383.
28. **Evangelista V., Barsanti L et Coltelli P., 2008-**Algal toxin. Nature, occurrence, effect and detection. Springer 399P.
29. **Farhina J C., Costa L T ., Zalidis G C ., Mantvelastza A L ., Filtokai E N., Hecker N et Tomas Vives P., 1996-** Mediterranean wetland inventory: Habitat Description System. MedWet/EKBY/ICN/ WI. Publication, Volume N°4.
30. **Fay P., 1992-** Oxygen relations of nitrogen fixation in cyanobacteria. Microbiological rev, 2 (56): 340-373.
31. **Frémy J M. et Lassurs P., 2001-**Les toxines d'algues dans l'alimentation Ed. Ifremer; 560P.
32. **Gagné D., 2001** - Présence de cyanobactéries sur les rives québécoises du lac Abitibi : Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue.
33. **Gagné D. et Provost, M., 2002** - Résultats de la campagne d'échantillonnage 2001 pour les cyanobactéries dans la portion québécoise du lac Abitibi : Régie régionale de la santé et des Services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue. Direction de la santé publique.

34. **Garon- Lardieres S., 2004-** Etude structural des polysaccharides pariet aux des algues rouges *asparayopsis armata* : Thèse doctorat en chimie, université de bretagne occidentale, Ecoles doctorale des sciences de la matière, de l'information et du vivant.
35. **Harada K I., 2004-**Production of secondary metabolites by freshwater cyanobacteria. *Bull. Chem. Pharm.* 52 (8), 889-899.
36. **Iltis A., 1970-** Phytoplancton 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.
37. **Iltis A., 1980-** Les algues. *Sér bio. veg.* 34 (2): 9-61.
38. **Kebbi M., 2008 -** Biologie et écologie des oiseaux d'eau du lac Mézaia et du marais de Tamelaht (Bejaia): Mémoire de magistère en écologie environnement, option : Biologie de la conservation et Ecodéveloppement. Université de Bejaia. 129 P.
39. **Lance E., 2008-**Impact des cyanobactéries toxiques sur les gastéropodes dulcicoles et sur leur rôle de vecteur dans le transfert des microcystines au sein des réseaux trophiques : thèse doctorat en Biologie, Discipline : Science de la vie et de l'environnement l'université de Rennes 1, 279 P.
40. **La place- Tryture C., Peltre M C., Lambert E., Rodreguez S., Vevgong P., Chauvin C., 2014 -** Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eaux douces et quelques organismes hétérotrophes. Les éditions d'hstera bordeaux, cestas, 204P.
41. **Leitão M. et Couté A., 2005-**Guide pratique des Cyanobactéries planctoniques du Grand Ouest de la France Ed .AESN : 63PP.
42. **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.
43. **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.
44. **Nakache F., Mainguy J-M., Wirth J., Greneche C., 2001-** Cyanobactéries : exemple d'un cas de bloom apparu dans un barrage en Normandie; réactions face à la crise, *TSM*, numéro 9, 85-9 P.

45. **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 3ème cycle de I (université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) ,144P.
46. **Ozenda P., 1990-** Les organismes végétaux I. Végétaux inférieurs. Masson, 219P.
47. **P.N.G (Parc National de Gouraya). 2001-**Plan de gestion du lac.
48. **Ruiz G., 2005-** extraction, détermination structural et valorisation chimique de phycocolloïdes d'algues rouge : Thèse de doctorat en chimie appliqué. Chimie des substances naturelle. Université de limoges, école doctorale sciences-technologie-santé.
49. **Sayad A. et Ait Meziane H., 2012 -** Caractérisation physico- chimique et biologique des eaux de la lagune Tamelaht, (Bejaia) : Mémoire de l'ingénieur d'état en écologie et environnement ,53 P.
50. **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, 21- 116PP.
51. **Torresa M R., Sousaa A P A., Silva Filhoa E AT., Meloa D F., Feitosab J P A., de Paulab R C M., Limaa M G S., 2007 -** Extraction and physicochemical characterization of Sargassum vulgare alginate from Brazil: Carbohydrate Research, Vol 342, 2067-2074 P.
52. **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.
53. **Valentine M B., 2004-** Floraison des cyanobactéries au lac Saint-Augustin : Dynamique à court terme et stratification. Mémoire de maîtrise en Biologie, Spécialité Sciences et de Génie. Université Laval. Québec. 129P.
54. **Wetzel R G., 197-**Limnologie .WB .sanders company, Philadelphia; Landon, Toronto 743P.
55. **Wiegand C., Pflugmacher S., 2005-**Ecotoxicological affects of selected cyanobacterial secondary metabolites a short review: Toxicol.Appl. Pharmacol. 203.201-218.
56. **Yoon H S., Zuccarello G C. et Bhattacharya D., 2010-** evaluation history of red algae .27-42P.In: seckbach.J. ET Chapman D.J. red algae genomic age.spring, 498P.

57. Site web: [WWW. Nostoc.pt](http://WWW.Nostoc.pt)

58. Site Web: [www.anel.gonzales.free.fr/pages /utilisation2.html](http://www.anel.gonzales.free.fr/pages/utilisation2.html)

Résumé

L'étude de la flore algale en particulier les cyanobactéries de deux milieux aquatiques de la région de Béjaïa, wilaya située à l'Est d'Alger, a été réalisée durant Mars-mai, 2017. Au total, quatre 45 échantillons d'algues ont été récoltés au cours de cette période pendant une période de 15 jours en moyenne. Les milieux étudiés sont la lagune Tamelaht à eau salée et Mézaïa à eau douce.

Les échantillons d'algues ont été prélevés, par essorage, grattage des pierres émergées ou par un filet à plancton puis observés au microscope optique à différents grossissements. Des photos des taxons observés ont été prises grâce à un appareil photo numérique, traitée puis identifiées en prenant en se basant sur des critères morphologiques.

Les résultats des observations de ces deux milieux, nous ont permis de répertorier 57 taxons dont 38 ont été déterminés au niveau du genre et 19 au niveau de l'espèce, répartis en quatre embranchements : 22 Schyzophyta, 05 Euglenophyta, 04 Chromophyta et 24 Chlorophyta, et dont plus de la moitié de ces taxons appartiennent à la classe des Cyanophyceae (39%), avec dominance des formes filamenteuses, suivies par la classe des Euchlorophyceae (25%). Les Euglenophyta et les Ulothiricophyceae, avec 12%. Les Zygoephyceae, Diatomophyceae et Bacillatoriaceae sont moins représentées.

Il ressort de cette étude, que les deux milieux étudiés présentent une richesse taxinomique distincte. En effet, le lac Mézaïa présente à lui seul plus de la moitié des taxons identifiés (77%) avec dominance des Chlorophyta représentées par 20 taxons de la totalité des taxons. Par contre pour la lagune Tamelaht, celle-ci ne comporte que moins de 25% des taxons de la totalité avec dominance des Schyzophyta (11 taxons).

Sur l'ensemble des Schyzophyta inventoriées, 05 taxons toxiques ont pu être déterminés au total, dont 02 sont récoltés au lac Mézaïa, et 05 dans la lagune Tamelaht. Les taxons toxiques présents, sont représentés par le genre Nostocaceae avec l'espèce *Anabaena affinis* et les genres Oscillatoriaceae avec *Lyngbya major*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria formosa* et *Oscillatoria limosa*.

Mots clés : Algue, Milieux aquatiques, Cyanophyceae, Béjaïa, Systématique.

Abstract

The study of the flora algae in particular the cyanobacterias of two aquatic environments of the area of Béjaïa, wilaya located with the East of Algiers, was carried out during March-May, 2017. On the whole, four let us 45 échantillons of algae were collected during this period for one period of 15 day on average. The studied mediums are the Tamelaht lagoon with salt water.

The samples of algae were taken, by drying, scraping of the emerged stones or by a net with plankton then observed under the optical microscope with various enlargements. Photographs of let us tax observed were taken thanks to a numerical camera, treated then identified while taking while basing itself on morphological criteria.

The results of the observations of these two mediums, enabled us to index 57 tax including 38 given on the level with the kind and 19 the level with the species, were divided into four junctions: 22 Schyzophyta, 05 Euglenophyta, 04 Chromophyta and 24 Chlorophyta, and of which more half of these tax belong to the class of Cyanophyceae (39%), with predominance of the filamentous forms, followed by the class of Euchlorophyceae (25%). Euglenophyta and Ulothiricophyceae, with 12%. Zygoephyceae, Diatomophyceae and Bacillatoriaceae are represented.

It comes out from this study, that the two studied mediums have distinct taxonomic richness. Indeed, the lake Mézaïa present at him only more half of let us tax identified (77%) with predominance with Chlorophyta represented by 20 tax with totality with tax. On the other hand for the Tamelaht lagoon, this one does not comprise that less than 25% of tax with totality with predominance of Schyzophyta (11 let us tax).

On the whole of Schyzophyta inventoried, 05 let us tax toxic could be given on the whole, of which 02 are collected with the lake Mézaïa, and 05 in the Tamelaht lagoon. Let us tax toxic present, are represented by the Nostocaceae kind with the species *Anabaena affinis* and the Oscillatoriaceae kinds with *Lyngbya major*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria Formosa* and *Oscillatoria limosa*.

Key words: Alga, Aquatic environments, Cyanophyceae, Béjaïa, Systematic.