



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de  
l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biologie

Spécialité /Option : Biologie Moléculaire et Cellulaire

### Intitulé

## Caractéristique De Cyanobactéries D'eau Douce Et Leur Impacts

### Présenté par

Melle Serour Guergour

Melle Roumaïssa Merkhouf

### Membres du jury

Melle Rym Merabet

Présidente

Université de Guelma

Dr. Sandra Amri

Encadreur

Université de Guelma

Dr. Lamia Benhalima

Examinatrice

Université de Guelma

2021

## **REMERCIEMENTS**

Nous remercions tout d'abord les membres du jury

Melle Rym Merabet pour avoir accepté de présider le jury.

Dr. Lamia Benhalima maître de conférence (B), pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Dr. Sandra Amri pour avoir accepté de diriger ce travail.

Enfin nous voudrions exprimer nos remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## DEDICACES-1

Je dédie ce travail aux êtres qui me sont les plus chers, A mon père *Abdelatif* et ma mère *Saliha*, autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soient-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Que Allah, le tout-puissant, vous préserve, vous accorde santé, bonheur, qui étudie de l'esprit et vous protège de tout mal.

A mon frère Sami, ma sœur Achoik, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Puisse Allah vous garder et vous protéger et que l'amour et la fraternité nous unissent à jamais. A mes tantes, mes oncles et à tous les membres de la famille Guergour, petits et grands, je vous remercie pour vos encouragements.

A mes très chers amis pour tous les moments magnifiques et inoubliables que j'ai passés avec vous Pour tout l'amour, le soutien que vous m'avez offert, de votre affection je ne peux me surpasser, je vous remercie très fort et je ne vous oublierai jamais

A *Roumaïssa*, chère amie avant d'être binôme et sa famille

A tous ceux qui occupent une place dans mon cœur

*G. Serour*

## DEDICACES-2

J'ai le grand plaisir de dédie ce travail:

A la lumière de ma vie et les plus chères au monde, mon père Ahmed  
et ma mère Akila, source intarissable d'amour, de tendresse et de  
sacrifice. Que Dieu les protège, les entoure de sa bénédiction et procure  
bonne santé et longue vie.

A ma chère sœur Asma et mes chères frères Mohamed et Houcine  
source de joie et bonheur.

A ma source d'espoir et de motivation, mes oncles, mes tantes et toute la  
famille.

A tous mes amis, qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces  
années d'études

A mon marié Ali, que je remercie pour ces encouragements,

A Serour, chère amie avant d'être binôme et sa famille.

*M. Roumaissa*

# Tableaux maitres

- Remerciements
- DEDICACES-1
- DEDICACES-2
- Liste des tableaux
- Liste des figures
- Résumé
- INTRODUCTION

## Chapitre I

### Caractérisation Des Cyanobactéries

I.1. Historique .....	3
I.2. Habitat .....	3
I.3. Structure des cyanobactéries .....	3
I.4. Métabolisme des cyanobactéries .....	4
I.5. Classification des cyanobactéries .....	4
I.6. Paramètre de croissances des cyanobactéries .....	5
I.6.1. Température .....	6
I.6.2. Lumière .....	6
I.6.3. PH .....	6
I.6.4 Sels nutritifs .....	6
I.7. Méthodes d'identification et de quantification des cyanobactéries .....	7
I.7.1. Méthodes d'identification .....	7
I.7.2. Méthodes de dénombrement .....	7

## Chapitre II

### Impacts Des Cyanobacteries Sur Les Eaux Douces

II. Impacts des cyanobactéries sur les eaux douces .....	9
II.1. Déséquilibre du système aquatique .....	9
II.2. Eutrophisation des eaux douces .....	9
II.3. Fleur d'eau .....	10
II.4. Cyanotoxines .....	10
II.4.1. Neurotoxines .....	11

II .6. Impact des cyanobactéries en Algérie .....	20
II.4.1.1. Anatoxines .....	11
II.4.1.2. Saxitoxines.....	12
II.4.1.3.β-N-méthylamino-L-alanine (BMAA) .....	12
II.4.2. Hépatotoxines .....	12
II.4.3. Cytotoxines.....	13
II.4.4. Dermatotoxines et les toxines irritantes.....	13
II.4.5. Autres métabolites secondaires .....	14
II.5. Impact des Cyanotoxines.....	14
II.5.1. Impact sur la santé humaine .....	14
II.5.1.1. Allergies.....	15
II.5.1.2. Intoxications par ingestion.....	15
II.5.1.3. Intoxications chroniques.....	16
II.5.2. Impact sur la faune .....	17
II.5.3. Impact sur la flore.....	18
II .6. Impact des cyanobactéries en Algérie.....	20
<b>Conclusion.....</b>	<b>22</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>24</b>

# Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Classification des cyanobactéries.....	5
<b>Tableau0 2</b> : Liste des espèces productrices de cyanotoxines.....	11
<b>Tableau 03</b> : Intoxication animale par les cyanobactéries.....	18
<b>Tableau 04</b> : Effets phytotoxiques des cyanotoxines sur les plantes aquatiques.....	19

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Illustration de la photosynthèse oxygénique.....	4
<b>Figure 02</b> : Structures chimiques des neurotoxines: (A) anatoxine-a, (B) saxitoxine et (C) La $\beta$ -N-méthylamino-L-alanine) .....	12
<b>Figure03</b> : Structure chimique des microcystines (A) et des nodularines (B) .....	13
<b>Figure 04</b> : Structure chimique du la cylindrospermopsine.....	13
<b>Figure 05</b> : Structures chimiques des dermatotoxines, (A) : lyngbyatoxine A, (B) debromoaplysiatoxine et (C) : aplysiatoxine : .....	14
<b>Figure 06</b> : Mortalité des tortues dans le lac Oubeïra en Algérie suite à une efflorescence de <i>Microcystis sp.</i> (.....)	18



## Résumé

Ce travail est une synthèse bibliographique sur les cyanobactéries et leurs impacts écologique sur les eaux douces. Les cyanobactéries ont une place très importante dans les écosystèmes aquatiques et un nombre important d'espèces considéré comme nuisible de par leur production de métabolites toxiques. Ces cyanotoxines possèdent des propriétés très variées et ont souvent été associées à des épisodes d'empoisonnement. L'augmentation des épisodes d'efflorescence d'origine cyanobactériennes et le potentiel qu'ils augmentent avec les changements climatiques a renchéri l'intérêt de l'étude des cyanobactéries et de leurs toxines.

Nous avons évalué les impacts des cyanobactéries et des cyanotoxines sur la santé humaine.

Mots clés : **Cyanobactérie, Cyanotoxine, Eau douce, Microcystine, Impact écologique.**

## **Abstract**

Our work is a bibliographic synthesis based principally on the impact of cyanobacteria's on fresh water. Cyanobacteria's has a very important place in aquatic ecosystems and a number mattering from kinds is considered as harmful all over their production of metabolites toxin. This cyanotoxines has very various chemical proprieties and was often linked to episodes of intoxication, the increase of episodes of efflorescence of origin cyanobactériennes and the potential which they augment with climatic changes out bade the interest of the study of cyanobacteria and their toxins.

Key words: **Cyanobacteria, Cyanotoxins, efflorescence, Freshwater, environmental impact.**

## المخلص

عملنا عبارة عن توليف ببيوغرافي يعتمد بشكل أساسي على تأثير Cyanobactérie على المياه العذبة. تحتل Cyanobactérie مكانا مهما جدا في الأنظمة البيئية المائية و يعتبر عدد كبير من هذه الأنواع ضارة بسبب انتاجها للمستقلبات السامة. تمتلك Cyanotoxine مجموعة متنوعة من الخصائص و غالبا ما ترتبط بخاصية التسمم. ان زيادة تكاثر Cyanobactérie التي قد ترتبط بتغير المناخ أدت الى زيادة الاهتمام بدراسة Cyanobactérie و سمومها.

قمنا بتقييم تأثير Cyanobactérie و Cyanotoxine على صحة الانسان .

الكلمات الدالة: الازهار، المياه العذبة، التأثير البيئي. Cyanobactérie ، Cyanotoxine.



---

# INTRODUCTION

---



## INTRODUCTION

D'un point de vue économique, les proliférations de cyanobactéries aggravent le problème actuel de gestion des eaux en créant diverses nuisances olfactives et des perturbations des procédés de traitement des eaux d'alimentation. D'un point de vue écologique, les fortes densités atteintes par les cyanobactéries lors des blooms entraînent des perturbations du milieu (**Chorus et Bartram, 1999**), leur plus sévère nuisance tient à leur propriété toxique, régulièrement observées en milieu naturel et qui constituent un problème majeur à la fois pour la santé des écosystèmes et pour la santé publique (**Zurawell *et al.*, 2005**). L'intérêt porté aux cyanobactéries s'est accentué ces dernières années, avec l'augmentation des incidents domestiques sur tous les continents, en particulier dans les pays d'Europe du nord, qui n'étaient pas autant touchés par les proliférations de cyanobactéries il y a quelques années (**Silvano, 2005**). L'attention spéciale qui leur est portée par la communauté scientifique et par les gestionnaires des ressources aquatiques est due à leur toxicité aiguë et aux dommages qu'elles induisent lors d'expositions chroniques à de faibles doses. Les toxines s'accumulent préférentiellement dans le foie des vertébrés et la glande digestive des invertébrés (**Zurawell *et al.*, 2005**). L'Homme peut être contaminé lors de baignades, par l'eau de boisson et par l'alimentation (**Dietrich et Hoeger, 2005**). Le présent travail comporte deux parties indépendantes mais complémentaires. La première partie, sera consacrée à la caractérisation des cyanobactéries, la deuxième partie traitera l'impact écologique des cyanobactéries. Enfin, ce manuscrit sera clôturé par une conclusion et des perspectives.



# Chapitre I :

## Caractérisation Des Cyanobactéries

## I.1. Historique

Les cyanobactéries sont les premiers organismes à être apparus sur terre, il y a environ de 3,5 milliards d'années. Ces organismes photo autotrophes présentent des adaptations évolutives et une diversité remarquables, résultant de l'évolution des conditions environnementales à la surface de la terre. Ce groupe microbien physiologiquement et écologiquement diversifié a survécu et s'est adapté à toute une gamme des changements géochimiques marquant l'évolution de la biosphère terrestre. Également connues sous le nom d'algues bleues ou d'algues bleu-vert, les cyanobactéries ont longtemps été classées dans le règne végétal du fait de leur capacité à réaliser la photosynthèse. Des études plus poussées de leur structure cellulaire ont permis de les classer comme procaryotes en raison de leur coloration à Gram négatif. (Paerl et Fulton, 2006)

## I.2. Habitat

Les cyanobactéries sont répertoriées dans la plupart des habitats, aussi bien dans les milieux aquatiques que dans les milieux désertiques. Ils sont les seuls organismes photosynthétiques susceptibles de vivre dans des eaux thermales dépassant la température de 56°C. Elles poussent également sur les rochers où elles vivent en symbiose avec les champignons tels les lichens. Elles peuvent être endolithes, perforant les roches pour s'y réfugier, ou bien endophytes se trouvant dans les feuilles de fougères aquatiques (Silvano et al., 2005). Lorsqu'elles sont strictement aquatiques, elles peuvent être planctoniques ou benthiques, (Dumont et al., 2006).

## I.3. Structure des cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des microorganismes naturellement présents dans les sources d'eau douce, saumâtre et marine. La cellule de cyanobactéries est constituée de

- **Gaine** : Située à l'extérieur de la paroi et manifeste un rôle de protection des cellules de la dessiccation et favorise la mobilité des trichomes (Silvano et al., 2005).
- **Paroi** : La paroi des cyanobactéries est complexe, composée de plusieurs couches parmi lesquelles, la membrane externe qui renferme une structure voisine de celles des bactéries à Gram négatif (Des Abbayes et al., 1978).
- **Pores** : Facilitent les échanges entre les cellules du filament et le milieu extérieur (Silvano et al., 2005).
- **Chromatoplasme** : Le chromatoplasme de forme thylakoïdes constitue l'appareil

photosynthétique, qui contient de la chlorophylle *a* et plusieurs caroténoïdes dont la phycocyanine et phycoerythrine.

- **Inclusions** : Les inclusions sont composées de granules de polyglucoside, granules de cyanophycine (réserves protéiques qui disparaissent lors de la germination des akinètes), granules de polyphosphates et de vacuoles gazeuses.

**I.4. Métabolisme des cyanobactéries**

Les cyanobactéries sont des organismes photosynthétiques, dont leur photosynthèse se déroule majoritairement en aérobie. Les électrons sont alors issus de l'eau, notamment grâce aux photosystèmes PSI et PSII. Cependant, certaines cyanobactéries peuvent effectuer leur photosynthèse en milieu anaérobie (les électrons sont alors issus de l'oxydation du soufre) (Figure 1). Dans certaines conditions anaérobiques, les cyanobactéries sont capables de pousser avec un métabolisme fermentaire. De nombreuses espèces ont manifesté une croissance hétérotrophe lors de l'utilisation d'un certain nombre de composés organiques (Stal *et al.*, 2007).

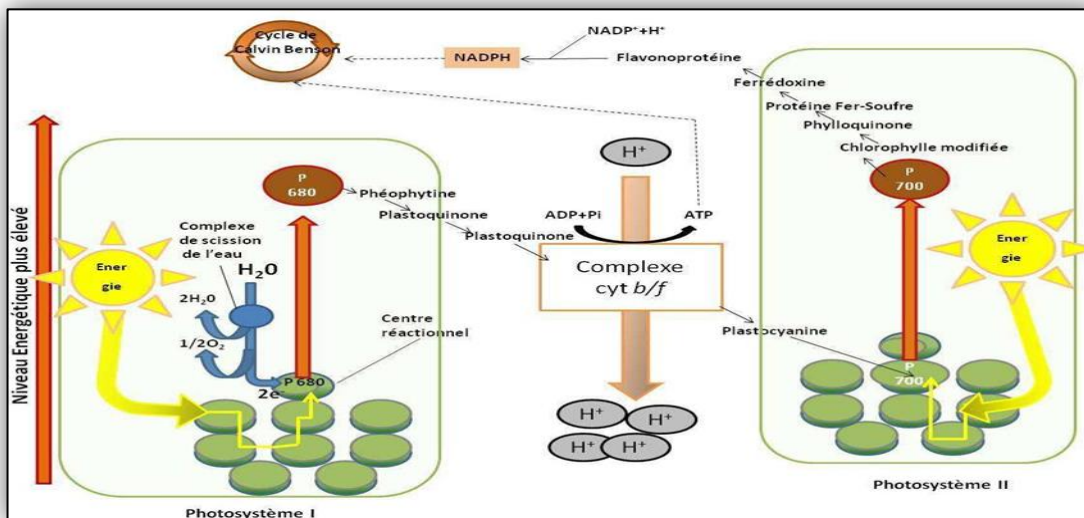


Figure 1 : Illustration de la photosynthèse oxygénique (Raven *et al.*, 2000).

**I.5. Classification des cyanobactéries**

La classification des cyanobactéries dépend à la fois du code international de nomenclature botanique (I.C.N.B) et du code international des bactéries (I.C.B.N). La classification repose sur des critères morphologiques et physiologiques tels que la composition en pigments, la présence de vésicules à gaz, les substances de réserve, la paroi cellulaire, la présence de cellules différenciées et le mode de la multiplication. Après de



nombreuses modifications, la classe unique des cyanobactéries a été subdivisée en quatre ordres (**Tableau 1**), eux-mêmes divisés en familles regroupant 124 genres pour 2500 espèces.

**Tableau 01 : Classification des cyanobactéries (Garrity *et al.*, 2001).**

Classe	Sous- section	Genres
Cyanobactéries	<b>I</b> Unicellulaires ou coloniales, multiplication par fission binaire et / ou formation d'exospores.	<i>Chamaesiphon, Choroococcus, Gloeotheca</i>
	<b>II</b> Unicellulaire ou coloniales, multiplication par fissions multiples ou par fission binaire.	<i>Dermocarpella, Xenococcus, Myxosarcina</i>
	<b>III</b> Filamenteuses unisériées, non hétérocystées, sans ramification à l'axe des trichomes.	<i>Arthrospira, Lyngbya, Oscillatoria</i>
	<b>IV</b> Filamenteuse, différenciation cellulaire (hétérocyste et akinères).	<i>Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomznon</i>
	<b>V</b> Filamenteuses, différenciation cellulaire, présentant ramificatins, à division cellulaire dans plusieurs plans.	<i>Clorogloeopsis, Fischerella</i>

## I.6. Paramètre de croissances des cyanobactéries

Le développement des cyanobactéries est influencé par divers facteurs physiques, chimiques et biologique, dont les effets combinés ont pour conséquence de très grandes fluctuations des niveaux de cyanobactéries et de leurs métabolites secondaires (**Park *et al.*, 1993**).

### I.6.1. Température

La température est le facteur le plus important qui permet à une espèce donnée d'apparaître, d'atteindre un développement maximal, enfin de disparaître à une période de l'année bien déterminées (**Gayral, 1975**). Les cyanobactéries prolifèrent à une température, comprise entre 15 °C et 30 °C (**Carmichael *et al.*, 1990**), elles possèdent un optimum de croissance à des températures élevées autour de 25°C (**Robarts et Zohary, 1987**).

### I.6.2. Lumière

La lumière est un paramètre important, les cellules sont capables d'ajuster le fonctionnement de leur appareil photosynthétique en fonction de l'éclairement. Elles doivent faire face à des conditions lumineuses très changeantes en quantité et en qualité (**Smith, 1982**). Ces micro-organismes croissent mieux en présence d'une lumière d'intensité modérée bien qu'ils puissent tolérer des niveaux faibles de lumière (**Mur *et al.*, 1999**), la forte luminosité d'été étant habituellement photo-inhibitrice (**Mur *et al.*, 1999**).

### I.6.3. PH

L'augmentation de la biomasse relative des cyanobactéries est favorisée par des pH acides (**Tiffany, 1951**).

### I.6.4 Sels nutritifs

L'azote et phosphore sont des éléments essentiels de croissance mais sont généralement limités dans l'eau (**Wetzel et Likens, 2000**). Fréquemment, les efflorescences de cyanobactéries sont liées à de fortes concentrations ponctuelles en phosphore et en azote. Les cyanobactéries peuvent se reproduire en abondance dans les plans d'eau surchargés de phosphore (**Chevalier *et al.*, 2001**), sa présence sera déterminante quant à l'apparition de fleurs d'eau (**Kaebnick et Neilan, 2001**). La fixation d'azote atmosphérique est l'apanage des cyanobactéries hétérocystées. La capacité de fixer l'azote atmosphérique leur confère un avantage lorsque l'azote inorganique devient l'élément limitant dans la colonne d'eau. De plus les cyanobactéries ont une préférence pour l'azote sous forme d'ammonium (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) alors que le nitrate (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) est la forme préférentielle des cellules eucaryotes du phytoplancton (**Blomqvist *et al.*, 1994**).

Le broutage par le zooplancton, l'un des facteurs de contrôle descendant du phytoplancton, s'exerce peu sur les cyanobactéries par rapport aux autres groupes du phytoplancton. Certaines cyanobactéries ont développé différents moyens de défense pour

éviter leur consommation par le zooplancton. Hormis une libération de composés chimiques, voire toxiques, leur association en colonies ou leur forme en filaments ne permettent pas au zooplancton de réaliser leurs mécanismes de filtration ou de broutage (**Lampert, 1987**).

## **I.7. Méthodes d'identification et de quantification des cyanobactéries**

### **I.7.1. Méthodes d'identification**

L'observation microscopique reste de loin la méthode la plus utilisée. Elle permet de distinguer la plupart des cyanobactéries à un grossissement compris entre 200 et 1000 x. Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode normalisée pour l'identification des cyanobactéries par microscopie. La détermination des genres est relativement simple mais celle des espèces, qui repose sur de nombreux critères morphologiques est beaucoup plus délicate à mettre en oeuvre. C'est pourtant la connaissance de l'espèce qui est la plus importante car d'une souche à une autre, la toxicité et donc la dangerosité peuvent varier. Afin de pallier à ce problème d'identification, d'autres méthodes basées sur la biologie moléculaire sont actuellement en développement : hybridation *in situ* directement dans la cellule bactérienne, amplification par PCR, utilisation de puces à ADN (**Fastner et al., 2002**).

### **I.7.2. Méthodes de dénombrement**

Le dénombrement est effectué à partir d'une observation microscopique et concerne les cellules isolées ou en colonies. Le résultat sera alors donné en nombre de colonies par ml ou nombre de cellules par ml. Un protocole de dénombrement est normalisé par le comité européen de normalisation, il s'agit d'un comptage par la technique de Utermöhl réalisé avec un microscope inversé et des cuves de sédimentation à fond transparent. Ce type de comptage présente l'avantage de pouvoir observer les espèces minoritaires et d'étudier échantillons présentant un faible nombre d'individu.

D'autres protocoles de comptage existent, notamment par microscopie directe sur des cellules de numération de Malassez. Ces méthodes évitent le temps d'attente la sédimentation de l'échantillon (**Fastner et al., 2002**).



## Chapitre II:

# Impacts Des Cyanobacteries Sur Les Eaux Douces

## II. Impacts des cyanobactéries sur les eaux douces

Dans les eaux douces, en réponse aux conditions environnementales, les cyanobactéries ont des capacités de proliférations massives, appelées efflorescences ou blooms. Ces phénomènes posent de nombreux problèmes et ils semblent de plus en plus fréquents partout dans le monde, en liaison avec les activités anthropiques croissantes (**Paerl *et al.*, 2014**).

### II.1. Déséquilibre du système aquatique

Les proliférations de cyanobactéries ont de nombreux impacts sur les écosystèmes aquatiques. Elles conduisent tout d'abord à un déséquilibre dans les écosystèmes aquatiques via une perte de diversité de la communauté phytoplanctonique qui est alors dominée par une ou un nombre restreint d'espèces. Cette perte de diversité peut modifier les réseaux trophiques et perturber le fonctionnement de l'ensemble de l'écosystème (**Saoudi *et al.*, 2015**).

Les proliférations de cyanobactéries entraînent une augmentation de la turbidité des eaux et 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 menaçant la faune (**Chorus et Bartram, 1999**). Aussi les 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. Elles provoquent également des perturbations du fonctionnement des procédés des traitements des eaux d'alimentation et une dégradation de la qualité des eaux de consommation insuffisamment mal traitées dû à la présence de toxines (**Chorus et Bartram, 1999**).

### II.2. Eutrophisation des eaux douces

L'eutrophisation est un problème très important dans le monde (**Orive *et al.*, 2002**), c'est le processus d'enrichissement d'une masse d'eau en sels minéraux et en matière organique (**Bombace, 1995**). C'est un processus naturel très lent, par lequel les plants d'eau reçoivent une grande quantité d'éléments nutritifs (notamment du phosphore et de l'azote), ce qui stimule la croissance des microalgues et des cyanobactéries. Elle se déroule normalement sur une période allant de plusieurs milliers à quelques dizaines de milliers d'années. Cependant, les activités humaines l'ont accéléré en augmentant la quantité d'éléments nutritifs qui leur proviennent, provoquant des changements dans l'équilibre de ces écosystèmes aquatiques. Le système aquatique va être comblé petit à petit par les

apports provenant des tributaires et par le dépôt de matières organiques de façon naturelle (**Ghedadbia, 2012**).

L'accumulation d'éléments nutritifs provoque à plus ou moins long terme, une prolifération de plantes aquatiques et d'algues dans la couche supérieure du système aquatique, ce qui réduit considérablement la transparence de l'eau. L'augmentation de la turbidité limite le passage de la lumière à travers la colonne d'eau, ce qui empêche la photosynthèse à être effectuée. Ainsi l'excès de matière végétale produite se dépose au fond du milieu aquatique. Les microorganismes décomposeurs utilisent l'oxygène dissous afin de décomposer la matière végétale, ce qui provoque une diminution des concentrations d'oxygène dissous en profondeur. La raréfaction de l'oxygène dissous de la couche inférieure du système aquatique provoque un changement dans la biodiversité des espèces présentes (**Chapelle et al., 2000**).

### II.3. Fleur d'eau

Les proliférations cyanobactériennes sont le plus souvent observées à la surface où elles forment des agrégats flottants appelés fleurs d'eau, écumes ou mousses. De façon moins fréquente, ces phénomènes surviennent en profondeur (entre 10 et 15 mètres) en fonction des disponibilités en nutriments et en énergie lumineuse. Elles peuvent provoquer une coloration de l'eau qui dépendra des pigments majoritairement. Il est très difficile de définir un seuil de biomasse caractérisant l'apparition d'une prolifération. En effet, celui-ci devrait dépendre du statut trophique de l'écosystème aquatique concerné (**Jacquet et al., 2005**). Des proliférations de cyanobactéries ont été répertoriées dans le monde entier (**Briand et al., 2003**).

### II.4. Cyanotoxines

Le développement massif des blooms dans les eaux douces à travers le globe est devenu une vraie menace pour la santé humaine, mais aussi pour la faune et la flore aquatique, notamment à cause de la production des toxines accompagnant ces blooms à cyanobactéries (**Martins et Vasconcelos, 2009**). Les cyanotoxines sont des substances toxiques produites par de nombreuses espèces de cyanobactéries. À ce jour, environ 40 espèces de cyanobactéries productrices des cyanotoxines ont été répertoriées (**Tableau 2**). Les cyanotoxines peuvent être classées en cinq groupes fonctionnels en se basant sur leurs effets biologiques, on distingue : les neurotoxines, les hépatotoxines, les cytotoxines, les dermatotoxines et enfin les toxines avec un potentiel irritant (les lipopolysaccharides) (**Berry**

*et al.*, 2008).

**Tableau 2** : Liste des espèces productrices de cyanotoxines (**Chorus et Bartram, 1999**).

Categories	Toxines	Espèces productrices
Neurotoxine	Anatoxine-a	<i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Anabaena circinalis</i> , <i>Anabeana spiroides</i> , <i>Aphanizomenon sp.</i> , <i>Cylindrospermum sp.</i> , <i>Microcystis sp.</i> , <i>Woronichinia sp.</i>
	Anatoxine-a(s)	<i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Anabaena lemmermanii</i> .
	Homo-anatoxine	<i>Planktothrix sp.</i>
	Saxitoxine	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena circinalis</i> , <i>Anabaena sp.</i> , <i>Cylindrospermum sp.</i> , <i>Lyngbya sp.</i>
	Néosaxitoxine	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena circinalis</i> .
Hépatotoxine	Nodularine	<i>Nodularia spumigena</i> .
	Cylindrospermopsine	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Umezakia natans</i> , <i>Raphidiopsis curvato</i> , <i>Anabaena sp.</i>
	Microcystine	<i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Anabaena millenii</i> , <i>Microcystis sp.</i> , <i>Nostoc sp.</i> , <i>Anabaena sp.</i> , <i>Hoplosiphon sp.</i>
Dermatotoxine	Lyngbytoxine-a	<i>Lyngbya sp.</i>
	Debromaplysiatoxine	<i>Lyngbya sp.</i> , <i>Schizothrix colcolicola</i> , <i>Oscillatoria nigroviridis</i> .
	Aplysiatoxine	<i>Lyngbya sp.</i> , <i>Oscillatoria sp.</i> , <i>Planktothrix sp.</i> , <i>Schizothrix sp.</i>

### II.4.1. Neurotoxines

La cible principale des neurotoxines est le système neuromusculaire, provoquant des paralysies du système musculaire, notamment du système respiratoire, entraînant la mort des organismes touchés en l'espace de quelques minutes ou quelques heures (**Sotton2012**). Les neurotoxines sont groupées en trois familles:

#### II.4.1.1. Anatoxines

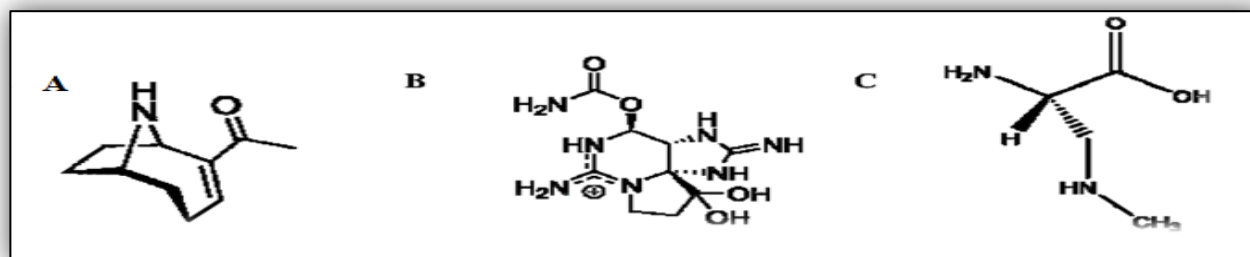
Ce sont des alcaloïdes. L'anatoxine-a est une amine secondaire de 165 daltons (**Figure 2A**). C'est un agent dépolarisant post-synaptique de la jonction neuromusculaire entraînant une paralysie musculaire menant à la mort par arrêt respiratoire chez les mammifères (**Falconer, 1998**). C'est une toxine inhibitrice de l'acétylcholinestérase (**Hyde et Carmichael, 1991**).

### II.4.1.2. Saxitoxines

Elles appartiennent à une famille de toxines incluant les C-toxines et les gonyautoxines impliquées dans des cas d'intoxications neurologiques parfois mortelles connues sous le nom d'intoxication paralysante par les fruits de mer (**Bates et Rapoport 1975**). Ce sont des alcaloïdes de 241 à 491 daltons (**Figure 2B**), qui inhibent les canaux sodium dépendant des jonctions neuromusculaires et provoquent chez les mammifères une paralysie musculaire entraînant la mort par arrêt respiratoire (**Strichartz et al., 1986**).

### II.4.1.3. $\beta$ -N-méthylamino-L-alanine (BMAA)

C'est une molécule de type acide aminé non impliquée dans la synthèse ribosomale de protéine (**Figure 2C**). Elle provoque une excitation des neurones et serait à l'origine de maladies neurodégénératives (**Spencer et al., 1987**). L'acide aminé non protéinogène, le  $\beta$ -N-méthylamino-L-alanine (BMAA), est une neurotoxine excitotoxique produit par environ 95% des genres de cyanobactéries nuisibles (**Cox et al., 2005**).

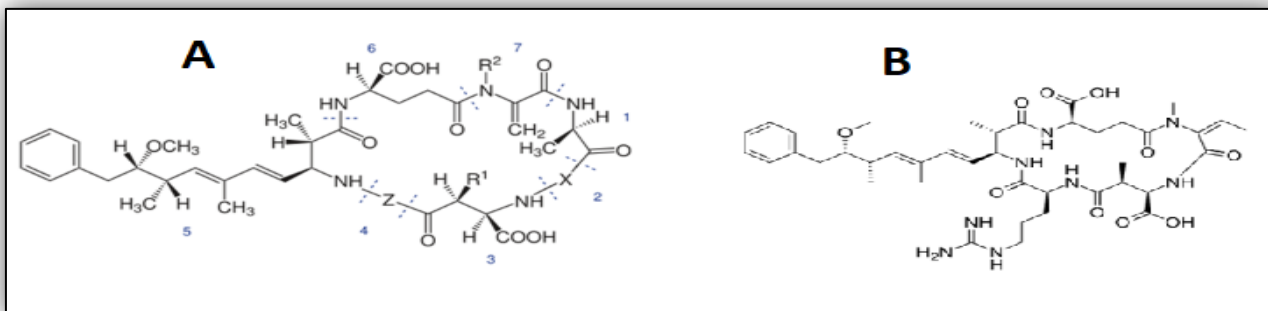


**Figure 2:** Structures chimiques des neurotoxines: (A) anatoxine-a, (B) saxitoxine et (C) La  $\beta$ -N-méthylamino-L-alanine (**Carmichael, 1997**).

### II.4.2. Hépatotoxines

Les hépatotoxines sont les toxines les plus fréquemment rencontrées, l'organe cible est le foie, elles provoquent des lésions hépatiques par inactivation des protéines phosphatases (PP1, PP2A et PP3). Les hépatotoxines sont regroupées en microcystines (MCs) et en nodularines (NODs). Ce sont des peptides cycliques hydrophobes composés de sept acides aminés et cinq acides aminés respectivement. La masse moléculaire de ces molécules varie de 800 à 1100 Da (**Figure 3 A, B**). De nos jours, plus de 80 variantes de microcystines et neuf variantes de nodularine ont été répertoriées à travers le monde (**Afssa et Afset, 2006**).

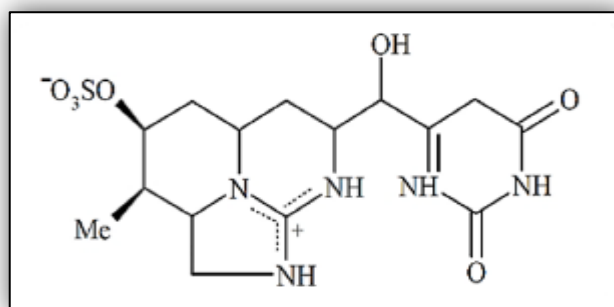




**Figure 3 :** Structure chimique des microcystines (A) et des nodularines (B) (Svrcek et Smith, 2004).

### II.4.3. Cytotoxines

Les cytotoxines sont des alcaloïdes de 415 Dalton (**Figure 4**), produit principalement par *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Umezakia natans*, *Aphanizomenon ovalisporum* et *Raphidiopsis curvata* (Li *et al.*, 2001). C'est une molécule très polaire et très soluble dans l'eau (Chiswell *et al.*, 1999). La cylindrospermopsine bloque la synthèse des protéines (Chorus *et al.*, 2000) et provoque un empoisonnement au niveau des reins, du foie ainsi que des dommages dans la rate, les intestins et le cœur (Codd, 2000).

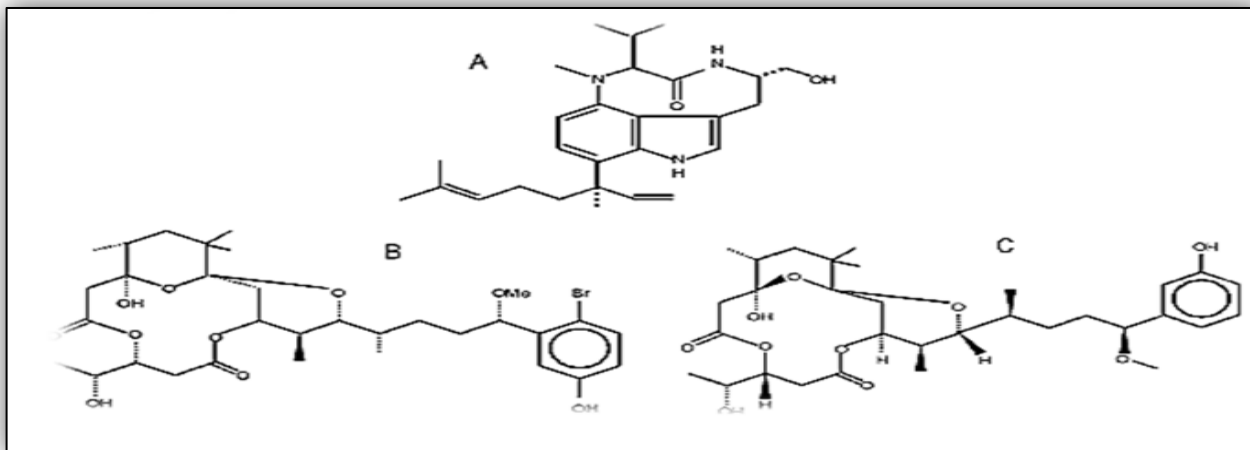


**Figure 4:** Structure chimique de la cylindrospermopsine (Ohtani *et al.*, 1992).

### II.4.4. Dermatotoxines et les toxines irritantes

Les dermatotoxines sont représentés par La lyngbyatoxine A, la débromoaplysiatoxine et les aplysiatoxines (**Figure 5 A, B et C**), sont des alcaloïdes retrouvés chez des cyanobactéries benthiques telles que *Lyngbya majuscula*, *Oscillatoria nigroviridis* et *Schizothrix calcicola*. Ces toxines sont responsables des fortes irritations cutanées et d'inflammation gastro-intestinales en zones de baignade (Cardellina *et al.*, 1979). La lyngbyatoxine A, a une structure similaire à la téléocidine A produite par un actinomycète qui est un agent tumoral (Fugiki *et al.*, 1984). Aplysiatoxines et débromoaplysiatoxine sont également de potentiels agents promoteurs de tumeurs et des activateurs de protéines kinase C (Fugiki *et al.*, 1990).

Les lipopolysaccharides (LPS) sont des endotoxines constitutives de la paroi cellulaire des bactéries à Gram négatives. Elles sont responsables de réactions allergiques et toxiques chez les animaux et les humains et à l'origine d'irritations cutanées (Codd, 2000).



**Figure 5** : Structures chimiques des dermatotoxines, (A) : lyngbyatoxine A, (B) : debromoaplysiatoxine et (C) : aplysiatoxine (Briand, 2008).

#### II.4.5. Autres métabolites secondaires

Les cyanobactéries produisent d'autres variétés de molécules. Cela va de produits utiles, à des composés néfastes comme la géosmine ou le 2-méthyl isobornéol qui confèrent à l'eau du robinet un goût exécrable. Bien que certaines molécules soient tout de même responsables d'irritations cutanées ou de dermatites, ces composés bioactifs, sont généralement étudiés non pas pour leur toxicité vis-à-vis des vertébrés, mais pour leurs propriétés antifongiques, antibactériennes, anti-algues et même anti-cancer (Humpage, 2008).

### II.5. Impact des Cyanotoxines

#### II.5.1. Impact sur la santé humaine

L'homme est exposé aux cyanotoxines qui contaminent aussi bien les eaux utilisées à des fins récréatives que dans les réservoirs d'eau potable. Le degré d'intoxication dépend de l'âge de la personne, de son sexe et de son état de santé, les enfants étant les plus sensibles. Plusieurs intoxications par des eaux provenant de différents plans d'eau, où des cyanobactéries s'étaient accumulées, ont été identifiées dans le monde. Les intoxications induites par les hépatotoxines cyanobactériennes sont plus fréquentes que celles engendrées par les neurotoxines (Hitzfeld *et al.*, 2000). L'exposition à des microcystines ou à la

nodularine-R peut engendrer des symptômes d'intoxication humaine similaires et peut mener, à de fortes concentrations de ces toxines, au coma et la mort par dommages sévères du foie (**Carmichael, 1997**). Il a été aussi montré récemment chez l'homme que les microcystines et la nodularine-R affectent l'adhésion des leucocytes et portent atteinte aux réactions immunitaires (**Hernández et al., 2000**).

#### II.5.1.1. Allergies

Chez les humains, les réactions allergiques après contact avec des cyanobactéries dans des eaux de baignades sont relativement fréquentes. Des problèmes respiratoires, des irritations des yeux et de la peau, des dermatoses, des fièvres, des troubles gastro-intestinaux et hépatiques, des symptômes de grippe, des maux de gorge et des signes de pneumonie se sont déclarés à la suite d'un contact avec certaines espèces des genres *Oscillatoria*, *Nodularia*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Gloeotrichia*, ou *Microcystis* (**Carmichael et Falconer, 1993**). La sensibilité des individus aux réactions allergiques à de faibles densités en cyanobactéries dans le milieu, est plus élevée que celle attribuée au contenu d'endotoxines de ces micro-organismes (**Pilotto et al., 1997**). Tous les symptômes allergiques observés peuvent être attribués aussi bien aux hépatotoxines qu'aux neurotoxines cyanobactériennes. Cependant, **Turner et al. (1990)** ont rapporté des intoxications chez des soldats par contact avec une eau contaminée par des microcystines provenant d'une efflorescence de l'espèce *Microcystis aeruginosa* dans le lac Rudyard en Angleterre. Les symptômes observés chez les soldats intoxiqués étaient des diarrhées, des vomissements, une toux sèche et des céphalées (**Falconer, 1999**).

#### II.5.1.2. Intoxications par ingestion

Le premier cas d'intoxication humaine liée aux cyanobactéries a été rapporté par Tisdale en 1931, un important bloom hépatotoxique dans les rivières Ohio et Potomac (U.S.A.) a provoqué des gastro-entérites chez plusieurs milliers de personnes ayant consommé l'eau de ces rivières. En 1983, à Palm Island en Australie, une épidémie d'hépatite et d'entérite a été provoquée par une efflorescence de cyanobactéries toxiques dans un réseau d'approvisionnement en eau. Une semaine après le traitement de l'efflorescence par du sulfate de cuivre, 148 personnes dont 138 enfants ayant bu cette eau ont été sévèrement malades. Les symptômes étaient des hépatites, des lésions rénales et intestinales, des vomissements, des céphalées, des douleurs abdominales, des pertes de sang, de glucose et de

protéines dans les urines, des constipations suivies de diarrhées sanglantes profuses et des déséquilibres électrolytiques sévères (**Bourke et al., 1983**). Deux espèces de cyanobactéries ont été incriminées dans ces intoxications, l'espèce *Anabaena circinalis* et *Cylindrospermopsis raciborskii* (**Falconer, 1991**). Au cours de la même année, dans la petite ville d'Armidale en Australie, des dommages hépatiques caractérisés par une élévation de l'activité de certaines enzymes du foie ont été observés chez les habitants dont l'eau de boisson provenait d'un réservoir contenant une efflorescence de *Microcystis aeruginosa*.

En 1993, une efflorescence massive d'*Anabaena sp.*, et de *Microcystis sp.*, dans un barrage à Itaparica au Brésil a provoqué l'intoxication de 2000 personnes montrant des signes de gastro-entérites aiguës, ce qui a causé la mort de 88 malades en majorité des enfants (**Teixera et al., 1993**). Une autre intoxication mortelle a eu lieu en 1996 et a engendré la mort de plus de 60 personnes dans un centre d'hémodialyse à Caruaru au Brésil. L'intoxication impliquée était due au développement massif de *Microcystis sp.*, *Anabaena sp.*, et *Anabaenopsis sp.* (**Azevedo et al., 2002**). Les personnes décédées présentaient en effet des hémorragies hépatiques (**Pouria et al., 1998**). Des lésions hépatiques, indiquées par des augmentations d'enzymes (aspartate et alanine amino-transférases) ont été également observées. L'examen histo-pathologique a montré des modifications hépatiques avec altération des plaques cellulaires, nécrose, apoptose, cholestase, vacuolisation cytoplasmique, infiltration leucocytaire et présence d'hépatocytes multinucléés (**Pouria et al., 1998**). Des dosages de toxines ont révélé la présence de la microcystine-LR dans le sang (de 1 à 10 ng/ml) et les tissus de foie (0,6 mg/kg). (**Carmichael et al., 2001**). L'incident du Brésil et des cas similaires au Portugal ont fait ainsi apparaître ce sujet comme un des thèmes prioritaires dans les stratégies de protection des réservoirs d'eau. Ainsi, depuis le début de l'année 1998, l'organisation mondiale de la Santé (OMS) a mis en place une réglementation concernant ce type d'hépatotoxines, dont le taux maximal toléré pour une consommation orale est de 1 µg microcystine-LR par litre d'eau potable (**WHO, 1998**).

### II.5.1.3. Intoxications chroniques

Chez les humains, les dégâts provoqués par la consommation répétée de faibles quantités de toxines sont probablement plus fréquents que les intoxications aiguës. Les cyanotoxines de type microcystine sont considérées comme de puissants promoteurs tumoraux. Le pouvoir promoteur de tumeurs de ces cyanotoxines a été mis en évidence principalement au niveau du foie. Un essai biologique de cancérogenèse a montré que l'administration de la

microcystine-LR (10 µg/kg) deux fois par semaine induit une promotion tumorale au niveau du foie (**Nishiwaki-Matsushima et al., 1992**). Dans une étude comparative du pouvoir promoteur tumoral entre la nodularine-R et la microcystine-LR, le test de cancérogenèse hépatique chez des rats initiés montra que la nodularine-R est un promoteur tumoral plus puissant que la microcystine-LR (**Ohta et al., 1994**). Après le foie, les testicules sont le deuxième organe cible, la microcystine traverse les canaux sanguins testiculaires et interfère avec l'ADN en provoquant des dommages à la chaîne d'ADN, apoptose, et l'arrêt de cycle cellulaire. La toxicité des MC-LR perturbe la motilité et la morphologie des spermatozoïdes et affecte aussi les niveaux d'hormones de système reproducteur masculin (**Lone et al., 2015**). Les effets toxiques de ces toxines observés au niveau cutané, des reins et des intestins, ont conduit à envisager la possibilité d'une activité cancérogène pour d'autres organes (**Bouaïcha, 2006**).

### II.5.2. Impact sur la faune

Un nombre important de cas d'empoisonnement est maintenant rapporté dans la littérature concernant les ovins et surtout les bovins (**Hayman, 1992**). En 1878, les cyanobactéries ont provoqué le décès d'animaux d'élevages tels que, bétail, moutons, chevaux et porcs, qui avaient consommé de l'eau contenant une efflorescence hépatotoxique de *Nodularias pumigena* dans le lac Alexandrina, à Milang, dans le Sud de l'Australie (**Francis, 1878**). Les intoxications animales par des eaux contaminées avec des cyanobactéries toxiques ont fait l'objet de plusieurs études dans le monde. Les cyanotoxines peuvent entraîner des symptômes de morbidité ou causer la mort de mammifères, d'oiseaux ou de poissons qui ingèrent une quantité suffisante de cellules toxiques ou de toxines extracellulaires (**Codd et al., 1992**). Aussi **Carmichael (1992)** a rapporté la mortalité d'animaux ayant consommé de l'eau contenant de grands nombres de cellules cyanobactériennes. Les animaux incapables de sélectionner leur nourriture comme les oiseaux et les poissons sont directement affectés à la fois par les hépatotoxines et les neurotoxines (**Kaebnick et Neilan, 2001**).

Récemment, **Nasri et al., (2008)** ont rapporté la mortalité de deux espèces de tortues *Emys orbicularis* et *Mauremys leprosadans* dans le lac Oubeïra en Algérie suite à une efflorescence de *Microcystis sp.* (**Figure 6**). Le **tableau 3** montre quelques cas de mortalités signalés chez les animaux dans différents pays.



**Figure 6 :** Mortalité des tortues dans le lac Oubeïra en Algérie suite à une efflorescence de *Microcystis sp.* (Nasri *et al.*, 2008).

**Tableau 3 :** Intoxication animale par les cyanobactéries.

Année	Pays	Animaux	Cyanobactérie	Références
1878	Australie	Moutons, chiens.	<i>Nodularia spumigena</i>	Francis, (1878)
1952	USA	Canards, chiens.	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Firkens, (1953)
1979	Afrique du Sud	Rhinocéros	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Soll et Williams, (1985)
1984	Argentine	Vaches	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Odriozola <i>et al.</i> , (1984)
1985	Canada	Chauves-souris	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Pybus et Hobson, (1986)
1988	France	Poissons	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Sevrin-Reyssac et Pletikotic, (1990)
1989	Angleterre	Moutons, Chiens	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Sevrin-Reyssac et Pletikotic (1990)
1994	Danemark	Oiseaux	<i>Anabaena lemmermannii</i>	Henriksen <i>et al.</i> , (1997)
2005	Algérie	Tortues	<i>Microcystis sp.</i>	Nasri <i>et al.</i> , (2008)

### II.5.3. Impact sur la flore

Quoique les végétaux soient un itinéraire significatif pour l'exposition aux toxines cyanobactériennes, ils suscitaient moins d'attention que les animaux (Codd *et al.*, 1997). Les tissus végétaux peuvent être contaminés par les toxines intracellulaires si ces dernières sont dégagées lors de la lyse des cellules cyanobactériennes (Codd *et al.*, 1999). Comme la plupart des organismes aquatiques, les plantes aquatiques sont aussi confrontées à l'exposition aux cyanotoxines. Il a été remarqué que l'abondance et la diversité des

macrophytes connaissent une nette réduction en présence de blooms de Cyanobactéries (Casanova *et al.*, 1999). Ceci a été expliqué par les changements dans les conditions environnementales liées à la prolifération massive des cyanobactéries (Romanowska-Duda et Tarczyńska, 2002). Cependant, d'autres travaux ont montré que le facteur le plus déterminant durant l'apparition des cyanobactéries, est la libération des cyanotoxines, qui peuvent persister même après le déclin du bloom.

Des travaux encore plus récents ont rapporté l'effet négatif des cyanotoxines sur la biologie et la physiologie (la croissance, la photosynthèse, l'accumulation des toxines, stress oxydatif,...etc.) (Weiss *et al.*, 2000) de différentes espèces de la famille des *lemnacées* (Tableau 4). Les microcystines sont aussi des inhibiteurs spécifiques des protéines phosphatases 1 et 2A qui jouent un rôle essentiel dans plusieurs processus physiologiques, comme la production photosynthétique des glucides et le maintien de l'activité chlorophyllienne (Weiss *et al.*, 2000). L'effet métabolique des microcystines se manifeste aussi par un changement de l'activité de l'ARNase et de l'acide phosphatase ainsi que par une réduction dans la teneur en chlorophylle (a+b) chez la plante aquatique *Spirodella oligorrhiza* (Romanowska-Duda et Tarczyńska, 2002).

**Tableau 4 :** Effets phytotoxiques des cyanotoxines sur les plantes aquatiques (Saqrane *et al.*, 2008).

Cyanotoxines	Plantes testées	Effets	Références
Microcystine Argénine-Argénine	<i>Lemna minor</i>	Diminution de la teneur en chlorophylle a et b et des caroténoïdes totales. Inhibition de la croissance de la plante.	Weiss <i>et al.</i> , (2000) Romanowska-Duda et Tarczyńska, (2002)
Microcystine Leucine-Argénine	<i>Spirodella oligorrhiza</i>	Diminution de la teneur en chlorophylle a et b	Pflugmacher, (2002)
Microcystine Leucine-Argénine	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Inhibition de la photosynthèse	Pflugmacher, (2004)
Microcystine Leucine-Argénine	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Inhibition de la croissance, changement dans le rapport chlorophylle a et b	Le Blan <i>et al.</i> , (2005)
Microcystine Leucine-Argénine	<i>Lemna gibba</i>	Aucun effet significatif sur la chlorophylle ni sur la croissance des frondes	

---

Microcystine		Inhibition de la croissance	Stress
Tryptophane-Argénine	<i>Lemna gibba</i>	oxidatif, réduction de la teneur en chlorophylle a et b	Saqrane <i>et al.</i> , (2007)

---

## II.6. Impact des cyanobactéries en Algérie

Quelques études ont été menées dans les pays de l'Afrique du nord et plus particulièrement sur des retenues de barrages et lacs naturels. Elles ont montré que ces milieux évoluent rapidement vers l'eutrophisation suite à une productivité accrue stimulée continuellement par les apports de fertilisants et un changement de climat de plus en plus sec.

Selon **Bouaïcha (2002)**, l'espèce *Microcystis* est la plus impliquée dans la formation d'efflorescences en Algérie et au Maroc. Par contre en Tunisie, c'est le genre *Oscillatoria*. Des études sur les deux barrages au Maroc (Al Massira et Lalla Takerkoust) dont les eaux sont utilisées pour l'irrigation ou la production d'eau potable, l'aquaculture et d'autres activités de loisirs ont été entamées pour prévenir les risques sanitaires potentiels. Dans le barrage de Lalla Takerkoust, la principale espèce responsable des blooms est *Microcystis aeruginosa* associée à *Aphanizomenon flos-aquae* et à *Pseudanabaena muscicola*. Dans le barrage de Al Massira, *Microcystis aeruginosa* prolifère régulièrement et domine chaque année, ces blooms ne sont réellement observables qu'au niveau des zones littorales abritées (**Oudra *et al.*, 2002**). Selon **Bouaïcha, (2002)**, les concentrations en cyanotoxines de type microcystine dans les eaux brutes sont très fortes en Algérie et au Maroc et peuvent atteindre 20 à 30 µg/L. En Tunisie, les concentrations en toxines sont moins fortes, elles sont de l'ordre de dizaine µg/L. Ceci pourrait s'expliquer par l'absence de blooms à *Microcystis*. D'autres travaux ont été menés au nord-est de l'Algérie et plus précisément dans le barrage Lakhel (Blida); le Lac Tonga et Oubeira (El-Taref), le barrage Mexa (El Tarf), le barrage Ain Dalia (Souk Ahras), le barrage Hammam Dbagh (Guelma) et le barrage Beni Zid (Skikda).





---

# Conclusion

---

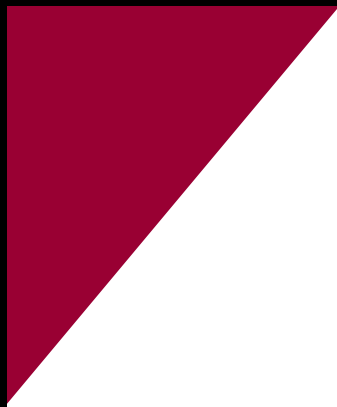


## Conclusion

La présence des cyanobactéries est signalée sur tous les continents, c'est une source de préoccupation croissante vis-à-vis des risques sanitaires associés pour l'Homme et l'animal. Il apparaît nécessaire de renforcer la diffusion de recommandations générales à destination du public, notamment pour les populations vivant à proximité des plans d'eau. Lorsque des cas apparaissent, le public doit être informé sur les risques associés à la consommation d'eau qui pourrait contenir de fortes densités de cyanobactéries et de toxines.

En perspectives, il serait intéressant de :

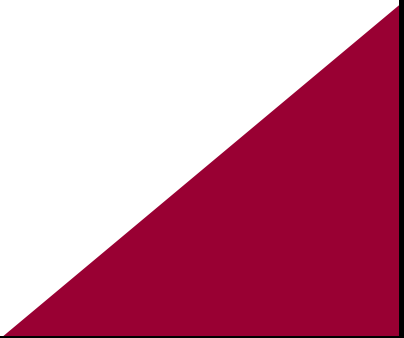
- ✓ Réaliser un dénombrement et une identification des cyanobactéries au niveau du barrage de Guelma.
- ✓ Doser les toxines.
- ✓ Etudier l'impact des toxines sur les organismes aquatiques.
- ✓ Etudier l'impact des toxines sur l'Homme.



---

**Références**  
**Bibliographiques**

---



## Références bibliographiques

- Afssa et Afsset, 2006.** Risques sanitaires liés à la présence de cyanobactéries dans l'eau – Risques sanitaires liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives. Rapport commune de l'Afssa et de l'Afsset, France. p.242. Disponible sur : [www.hal.archives-ouvertes.fr](http://www.hal.archives-ouvertes.fr).
- Azevedo, S. M. F.O., Carmichael, W. W., Jochimsen, E. M., Rinehart, K. L., Lau, S., Shaw, G. R., Eaglesham, G. K., 2002.** Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru-Brazil. *Toxicol.* 181-182 :441-446.
- Bates, H.A., Rapoport, H., 1975.** Chemical assay for saxitoxin, the paralytic shellfish poison. *J. Agric. Food Chem.* 23 : 237-239.
- Baxter, M., Jensen, T., 1980.** Uptake of magnesium, strontium, barium, and manganese by *Plectonema boryanum* (Cyanophyceae) with special reference to polyphosphate bodies. *Protoplasma.* 104 : 81–89.
- Berry, J.P., Miroslav, G., Mario, H.P., Gerald, B., Fernando, G.N., 2008.** Cyanobacterial toxins as allelochemicals with potential applications as algaecides, herbicides and insecticides. *Mar. drugs.* 6 : 117-146.
- Blomqvist, P., Pettersson, A., Hyenstrand, P., 1994.** Ammonium-nitrogen: A key regulatory factor causing dominance of non-nitrogen-fixing cyanobacteria in aquatic systems. *Arch. Hydrobiol.*, 132 : 141-164.
- Botes, D.P., Tuinman, A. A., Wessels, P.L., Viljoen, C. C., Kruger, H., Williams, D. H., Santikarn, S., Smith, R. J., Hammond, S. J., 1984.** The structure of cyanoginosin-LA, a cyclic heptapeptide toxin from the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I* : 2311-2318.
- Bouaïcha, N., 2006.** Rôles des hépatotoxines de cyanobactéries dans le développement de certains cancers. *In* : Goudey-perrière, F., Benoit, E., Goyffon, M., Marchot, P., (Eds) *Toxines et cancer* paris. Lavoisier. pp. 227-236.
- Bouaïcha, N., Maatouk, I., Vincent, G., Levi, Y., 2002.** A colorimetric and fluorometric microplate assay for the detection of microcystin-LR in drinking water without pre-concentration. *Food Chem. Toxicol.* 40: 1677–1683.
- Bourke, A. T. C., Hawes, R. B., Neilson, A. and Stallman, N. D., 1983.** An Outbreak of Hepato-Enteritis (the Palm Island Mystery Disease) Possibly Caused by Algal

Intoxication. Toxicol. 21: 45–48.

- Bourrelly, P., 1991.** Cyanophycées. Encyclopedia. p.981.
- Bouvy, M., Molica, R., Oliveira, S., Marinho, M., Beker, B., 1999.** Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. Aquat. Microb. Ecol. 20 : 285-297.
- Briand, J.F., Jacquet, S., Bernard, C., Humbert, J.F., 2003.** Health hazards for terrestrial vertebrates from toxic cyanobacteria in surface water ecosystems. Vet. Res. 34 : 361-377.
- Brock, T.D., 1973.** Lower pH limit for the existence of blue green algae : evolutionary and ecological implication. Sci. 179 : 480-483.
- Cardellina, J.H., Marner, F.J., Moore, R.E., 1979.** Seaweed dermatitis, structure of lyngbyatoxin A. Sci. 204: 193-195.
- Carmichael, W.W., 1992.** Cyanobacteria secondary metabolites-the cyanotoxins. J. App. Bacteriol. 72: 460–466.
- Carmichael, W.W., 1994.** The toxins of cyanobacteria. Sci. Am. 270, 78-86.
- Carmichael, W.W., 1997.** The Cyanotoxins. Adv. Bot. Res. 27: 211-256.
- Carmichael, W.W., Azevedo, S.M., An, J.S., Molica, R.J., Jochimsen, E.M., Lau, S., Rinehart, K.L., Shaw, G.R., Eaglesham, G. K., 2001.** Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. Envir. Health Pers. 109 : 663-668.
- Carmichael, W.W., Falconer, I. R., 1993.** Diseases related to freshwater blue-green algal toxins and control measures, In : Falconer, I., (Ed.). Algal toxins in seafood and drinking water. Academic Press, London. pp. 187-209.
- Carmichael, W.W., Mahmood, N.A., Hyde, E.G., 1990.** Natural toxins from cyanobacteria (blue-green algae) In : marine toxins : origin, structure and molecular pharmacology. Sherwood, H., Gary, S. (Eds). American chemical society. Washington. pp. 87-106.
- Casanova, J.L., Emmanuelle, J., Rainer, D., Stéphanie, D., Annaick, P., Frédéric, A., 1999.** IL-12 and IFN- $\gamma$  in host defense against mycobacteria and salmonella in mice and men. Cur. Opin. Immunol. 11 : 346-351.
- Castenholz, R.W. 1989.** Subsection IV. Order *Nostocales*. In : Staley, Bryant, Pfennig and Holt (Editors), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (1st ed), Vol. 3. Wilkins, W. (Ed.). Baltimore. pp. 1780–1793.
- Chapelle, A., Ménesguen, A., Deslous-Paoli, J.M., Souchu, P., Mazouni, N., Vaquer, A.,**

**Millet, B., 2000.**Modelling nitrogen, primary production and oxygen in a Mediterranean lagoon. *Ecol. Mod.* 127 : 161-181.

**Chevalier, P., Pilote, R., Leclerc, J. M., 2001.** Risque à la santé publique découlant de la présence de cyanobactéries (algues bleues) toxiques et de microcystines dans trois bassins versants du Sud-Ouest québécois tributaires du fleuve Saint-Laurent, Unité de recherche en santé publique (centre hospitalier de l'université Laval) et Institut national de santé publique.p.151.

Disponiblesur :

[https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as\\_sdt=0%2C5&q=chevalier+et+all+2001+risque+a+la+sant%C3%A9+publique+d%C3%A9coulant+de+la+pr%C3%A9sence+de+cyanobact%C3%A9ries&oq=chevalier+et+all+2001+risque+a+la+sant%C3%A9+publique+d%C3%A9coulant+de+la+pr%C3%A9sence+de+cyanobac#d=gs\\_qabs&u=%23p%3Dx1rIQfx7qWIJ](https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&q=chevalier+et+all+2001+risque+a+la+sant%C3%A9+publique+d%C3%A9coulant+de+la+pr%C3%A9sence+de+cyanobact%C3%A9ries&oq=chevalier+et+all+2001+risque+a+la+sant%C3%A9+publique+d%C3%A9coulant+de+la+pr%C3%A9sence+de+cyanobac#d=gs_qabs&u=%23p%3Dx1rIQfx7qWIJ).

**Chiswell, R.K., Glen, R.S., Assaf, S., Adi, L., Maree, J.S., Alan, A.S., Ross, L.N., Geoffrey, K.E., Michael, R.M., 1999.** *Envir. Toxicol. Inter. J.* 14 : 167-177.

**Chorus, I., Bartram, J., 1999.** Toxic cyanobacteria in water: a guide to public health significance, monitoring and management. Ed. E & FN Spon, London. p.400.

**Chorus, I., Bartram, J., 1999.** Toxic cyanobacteria in water. *In: A Guide to Public Health Consequences, Monitoring and Management.* E and FN Spon on behalf of WHO, London. pp. 416-432.

**Chorus, I., Bartram, J., 1999.** Toxic cyanobacteria in water: a guide to public health significance, monitoring and management. Ed. E & FN Spon. London.p.400.

**Chorus, I., Falconer, I.R., Henry, J.S., Bartram, J., 2000.** Health risks caused by freshwater cyanobacteria in recreational waters. *J. Toxicol. Envir. Health.* 3 : 323-347.

**Codd, A., Chorus, I., Burche, M., 1999.** Design of monitoring programs. *In: Toxic Cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management.* Chorus, I., Bartram, J., (Eds). World Health Organisation. Londres. United Kingdom. pp.400-432.

**Codd, A.G., James, S.M., Kenneth, A.B., 1999.** Retention of *Microcystis aeruginosa* and microcystin by salad lettuce (*lactuca sativa*) after spray irrigation with water containing cyanobacteria. *Toxicon.* 37:1181-1185.

**Codd, A.G., William, B.P., 1988.** Cyanobacterial toxins. *Envir. Technol.* 9 : 1343-1348.

**Codd, G. A., Edwards, C., Beattie, K. A., Barr, W. M., Gunn, G. J., 1992.** Fatal attraction to cyanobacteria. *Nat.* 359 :110-111.

**Codd, G.A., 2000.** Cyanobacterial toxin, the perception of water quality, and the

prioritisation if eutrophication control. Ecol. Eng. 16: 51–60.

- Cox, P. A., Banack, S. A., Murch, S. J., Rasmussen, U., Tien, G., Bidigare, R. R., Metclaf, J. S., Morrison, L. F., Codd, G. A., Bergman, B., 2005.** Diverse taxa of cyanobacteria produce  $\beta$ -N-methylamino-L-alanine, a neurotoxic amino acid. Pro. Nat. Aca. Sci. 102: 5074–5078.
- Des ABBAYES, H., Chadefaud, M., Feldmann, J., De Ferre, Y., Gaussen, H., Grasse, P.P., Prévot, A.R., 1978.** Précis de botanique : 1 végétaux inférieurs. 2<sup>ème</sup> édit. Masson, paris. 302,303 p.
- Dietrich, D.R., Hoeger, S.J., 2005.** Guidance values for microcystin in water and cyanobacterial supplement products (blue-green algae supplements): a reasonable or misguided approach. Toxicol. Appl. Pharmacol. 203: 273-289.
- Dumont, P., Fortin, R., Dodson, J., Bolon, A., Tremblay, S., Nilo, P., 2006.** Feeding ecology of juvenile lake sturgeon in the St. Lawrence River system, Tran. Am. Fish. Soci. 135 : 1044-1055.
- Duy, T.N., Lam, P.K.S., Shaw, G.R., et Connell, D.W., 2000.** Toxicology and risk assessment of freshwater cyanobacterial (blue-green algal) toxins in water. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 163:113-186.
- Eriksson, J.E., Toivela, D., Meriluto, J.A.O., Karaki, H., Han, Y.G., Harstshorne, D., 1990.** Hepatocyte deformation induced by cyanobacterial toxins reflects inhibition of protein phosphatases. Biochem. Biophys. Res. Com. 193 : 1347-1353.
- Falconer, I. R. (1999).** An overview of problems caused by toxic blue-green algae (cyanobacteria) in drinking and recreational water. Envir. Toxicol. 14 : 5-12.
- Falconer, I.R., 1991.** Tumor promotion and liver injury caused by oral consumption of *Cyanobacteria*. Environ. Toxicol. Water Qual. 6: 177-184.
- Falconer, I.R., 1998.** Algal toxin and human health. In : The Handbook of Environmental Chemistry. Hrubec, J. (Ed.). pp. 53 –81.
- Fastner, J., Neumann, U., Wirsing, B., 1999.** Environmental Toxicology, Microcystins (hepatotoxic heptapeptides) in German fresh water bodies. Environ. Toxicol. 14 : 13-22.
- Fastner, J., Codd, G., Etcalf, J., 2002.** Analytical and Bioanalytical Chemistry., An international intercomparison exercise for the determination of purified microcystin – LR and microcystin in cyanobacterial field material. Anal. Bioanal. Chem. 374 :437-444.
- Firkens, G.S., 1953.** Toxic algae poisoning. Iowa State Coll. Vet. 15:151-152.

- Francis, G., 1878.** Poisonous australian lake. Nat.18 : 11-12.
- Fugiki, H., Sukanuma, M., Hakii H., Bartoloni, G., Moore, R.E., Takayama, S., Sugimura, T., 1984.** A two-stage mouse skin carcinogenesis study of lyngbyatoxin A. J. Cancer Res. Clin.108: 174-176.
- Fulton, R.S., Paerl, H., 2006.** Ecology of harmful *Cyanobacteria*. Ecology of Harmful Algae DOI: 10.1007/978-3-540-32210-8\_8
- Gallon, J.R., StalL.J.,1992** .N<sub>2</sub> fixation in non-heterocystous cyanobacteria: an overview. *In* : Marine Pelagic Cyanobacteria : *Trichodesmium* and other Diazotrophs. Carpenter, E.J., Capone, D.G., Rueter, J.G.V (Eds.). 2<sup>nd</sup> edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 115–139.
- Garrity, G.M., John, G.H., Richard, W.C., Beverly, K.P., Olga, I.K., Vladimir, M.G., 2001.** Phylum BVI. Chloroflexi phy. Nov. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 427-446.
- Gayral P., 1975.** Les algues : Morphologies, Cytologie, Reproduction, Ecologie-ed : DOIN, Paris. p.166.
- Geitler, L., 1932.** Cyanophyceae. In Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, ed. L. Rabenhorst, Volume 14. Akademische Verlagsgesellschaft M.B.H Leipzig.
- Geoffrey, A.C., 2000.**Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritization of eutrophication control. Ecol. Eng. 16 : 51-60.
- Ghedadbia, M., 2012.** La Contribution à l'identification générique des Cyanobactéries potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance: Cas du Lac Tonga. Mémoire de magister. Option : Pollution des écosystèmes, diagnostic et procédés de traitement. Université de Badji Mokhtar. Annaba. Algérie. p.113.
- Greuter, W., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Chaloner, W.G., Demoulin, V., Hawksworth, D.L., Jorgensen, P.M., Nicholson, D.H., Silva, P.C., Trehane , P. McNeill, J., 1994.** International code of botanical nomenclature. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. Regnum Vegetabile. p.389.
- Hayman, J., 1992.** Beyond the Barcoo –probable human tropical cyanobacterial poisoning in outback Australia. Med. J. Aust., 157: 794-796.
- Henriksen, P., Carmichael, W.W., An, J., Moestrup, O., 1997.** Detection of an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in natural blooms and cultures of cyanobacteria/blue-green algae from danish lakes and in the stomach contents of poisoned birds. Toxicon. 35: 901-913.



- Hernandez, M., Macia, M., Padilla, C., Del Campo, F. F., 2000.** Modulation of human polymorphonuclear leukocyte adherence by cyanopeptide toxins. *Environ Res.* 84 : 64-8.
- Hitzfeld, B.C., Lampert, C.S., Spaeth, N., Mountfort, D., Kaspar, H., Dietrich, D.R., 2000.** Toxin production in cyanobacterial mats from ponds on the McMurdo Ice Shelf, Antarctica. *Toxicol.* 38 : 1731-1748.
- Humpage, A., 2008.** Cyanobacterial harmful algal blooms: State of the science and research needs. *16* : 383-415.
- Hyde, E.G., Carmichael, W.W., 1991.** Anatoxin-a (s), a naturally occurring organophosphate, is an irreversible active site-directed inhibitor of acetylcholinesterase (EC 3.1.1.7). *J. Biochem. Toxicol.* 6 : 195-201.
- Jacquet, S., Briand J.F., Leboulanger, C., Avois-Jacquet, C., Oberhaus, L., Tassin, B., Vinçon-Leite, B., Paolini, G., Druart, J.C., Anneville, O., Humbert, J.F., 2005.** The proliferation of the toxic cyanobacterium *Planktothrix rubescens* following restoration of the largest natural French lake (Lac du Bourget). *Harm. Alg.* 4 : 651-672.
- Kadid, Y., 1989.** Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Ingéniorat d'état en agronomie (INA El Harrach). Disponible sur: <http://catalogue.ensa.dz>
- Kaebnick, M., Neilan, B.A., 2001.** Ecological and molecular investigations of cyanotoxin production. *FEMS Microbiol. Ecol.* 35 : 1-9.
- Kaebnick, M., Neilan, B. A., 2001.** Ecological and molecular investigations of cyanotoxin production. *FEMS Microbiol. Ecol.* 35: 1-9.
- Krienitz, L., Ballot, A., Kotut, K., Wiegand C., Pütz, S., Metcalf, J.S., Codd, G.A., Pflugmacher S., 2003.** Contribution of hot spring cyanobacteria to the mysterious deaths of Lesser Flamingos at Lake Bogoria, Kenya, *FEMS Microbiol. Ecol.* 43: 141-148.
- Lampert, W., 1987.** Laboratory studies on zooplankton-cyanobacteria interactions. *New Zeal. J. Mar. Fresh. Res.* 21 : 483-490.
- LeBlanc, S., Pick, F.R., Aranda-Rodriguez, R., 2005.** Allelopathic Effects of the Toxic *Cyanobacterium Microcystis aeruginosa* on Duckweed, *Lemna gibba* L. *Environ. Toxicol.* 20: 67-73.
- Li, X.Y., Liu, Y.D., Song, L.R., 2001.** Cytological alterations in isolated hepatocytes from common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed to microcystin-LR. *Envir. Toxicol.* 16 : 517-522.

- Lone, Y., Koiri, R.K., Bhide, M., 2015.**An overview of the toxic effect of potential human carcinogen Microcystin-LR on testis. *Toxicol. Rep.* 2: 289–296.
- Martins, J.C., Vasconcelos, V.M., 2009.**Microcystin dynamics in aquatic organisms.*J. Toxicol. Envir. Health.* 12 : 65-82.
- Mur, L.R., Skumberg, O.M., Utkilen H., 1999.** Cyanobacteria in the Environment. In : Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public Health consequences, monitoring and management. Chorus, N., Bartram, J. (Eds.). pp 41-111.
- Nasri, H., El Herry, S., Bouaïcha, N., 2008.**First reported case of turtle deaths during a toxic Microcystis spp. bloom in Lake Oubeira, Algeria.*Ecotoxicol. Envir Safety.* 71 : 535–544.
- Nishiwaki-Matsushima, R., Ohta, T., Nishiwaki, S., Suganuma, M., Kohyama, K., Ishikawa, T., Carmichael, W.W., Fujiki, H., 1992.**Liver tumor promotion by the cyanobacterial cyclic peptide toxin microcystin-LR. *J. Cancer Res. Clin. Oncol.* 118: 420-424.
- Odriozola, E., Ballabene, N., Salanco A., 1984.**Intoxicación en ganadobovino por algas verdazuladas. *Rev. Argent. Microbiol.* 16 : 219-224.
- Ohta, T., Sueoka, E., Iida, N., Komori, A., Suganuma, M., Nishiwaki, R., Tatematsu, M., Kim, S. J., Carmichael, W.W., Fujiki, H., 1994.**Nodularin, a potent inhibitor of protein phosphatases 1 and 2A, is a new environmental carcinogen in male F344 rat liver. *Cancer Res.* 54 : 6402-6406.
- Ohtani, I., Moore, R.E., Runnegar, M.T.C., 1992.**Cylindrospermopsin, a potent hepatotoxin from the blue-green alga *Cylindrospermopsis raciborskii*. *J. Amer. Chem.Soc.* 114 : 7941-7942.
- Orive, E., Elliott, M., De jongue, V.N., 2002.** Nutrients and eutrophication in Estuaries and coastal waters, 1-19.
- Otten, T.G., Pearl, H.W., 2015.** Health effects of toxic cyanobacteria in the U.S. drinking and recreational waters: our current understanding and proposed direction. *Curr. Environ. Hea. Rep.* 2 : 75-84.
- Oudra B., Loudiki, M., Sbiyyaa, B., Martins, R., Vasconcelos, V., Namikoshi, M., 2001.**Isolation, characterization and quantification of microcystins (heptapeptides hepatotoxins) in *Microcystis aeruginosa* dominated bloom of Lalla Takerkoust lake reservoir (Morocco). *Toxicon.* 39: 1375–81.
- Paerl, H. W., Meeks, J. C., Haselkorn, R., 2014.** Mitigating harmful Cyanobacterial blooms in a Human-and climatically impacted world. *Life.* 4: 988–1012.

- Park , H. D., Watanabe, M.F., Harada, K.I., Nagai, H., Suzuki, M., Watanabe, M., Hayashi , H., 1993.** Hepatotoxin (microcystin) and neurotoxin (anatoxin-a) contained in natural blooms and strains of cyanobacteria from Japanese freshwaters. *Nat. Toxi.*1: 353–360.
- Pflugmacher, S., 2002.**Possible allelopathic effects of cyanotoxins, with reference to microcystin-LR, in aquatic ecosystems. *Envir. Toxicol.* 17 : 407-413.
- Pflugmacher, S., 2004.** Promotion of oxidative stress in the aquatic macrophyte *Ceratophyllum demersum* during biotransformation of the cyanobacterial toxin microcystin-LR. *Aqua. Toxicol.* 70 : 169-178.
- Pilotto, L.S., Burch, M.D., Douglas, R.M., Cameron, S., Roach, G.J., C owie, C.T., Beers, M., Robinson, P., Kirk, M., Hardiman, S., Moore, C., Attewell, R.G., 1997.** Health effect of recreational exposure to cyanobacteria (blue-green algae) during recreational water activities. *Aus. N.Z. J. Pub.Hea.*21: 562–566.
- Pouria, S., de Andrade, A., Barbosa, J., Cavalcanti, R. L., Barreto, V. T., Ward, C. J., Preiser, W., Poon, G. K., Neild, G. H. et Codd, G. A., 1998.**Fatal microcystin intoxication in haemodialysis unit in Caruaru, Brazil. *Lancet.* 352: 21-26.
- Pybus, M.J., Hobson, D.P., 1986.**Mass mortality of bats due to probable blue-green algae toxicity. *J. Wildlif. Dis.* 22 : 449-450.
- Raven, P., Stuart, L.P., 2000.** Extinction by numbers. *Nature* 403 (6772), 843-845.
- Richardson, K., Beardall, J., Raven, J.A., 1983.** Adaptation of unicellular algae to irradiance: An analysis of strategies. *New Phytol.* 93 : 157-191.
- Rippka , R., Deruelles, J., Wtarebury, J.B., Herdman, M., Stanier, R.Y., 1979.** Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. *J. Gen. Microbiol.* 111 : 1-61.
- Rippka, R., 1988.** Recognition and identification of Cyanobacteria. *Meth. Enzymol.* 167 : 28-68.
- Robarts,R.D., Zohary,T.,1987.** Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration, and growth rates of bloom-forming cyanobacteria. *New Zeal. J. Mar. Fresh. Res.* 21 : 391-399.
- Romanowska-Duda, Z., Tarczynska, M., 2002.**The influence of microcystin-LR and hepatotoxic cyanobacterial extract on the water plant *spirodelaoligor rhiza*. *Envir. Toxicol.* 17 : 434-440.
- Runnegar, M.T.C., Kong, S.M., Zhong, Y.Z., Lu, S.C., 1995.**Inhibition of reduced glutathione synthesis by cyanobacterial alkaloid cylindrspermopsin in cultured rat

hepatocytes. *Biochem. Pharmacol.* 49: 219-225.

- Saoudi, A., Barour, C., Brient, L., Ouzrout, R., Bensouilah, M., 2015.** Environmental parameters and spatio-temporal dynamics of cyanobacteria in the reservoir of Mexa (Extreme North-East of Algeria). *Ad. Envir. Biol.* 9 : 109–121.
- Saqrane, S., ElGhazali, I., Ouahid, Y., El Hassni, M., ElHadrami, I., Bouarab, L., del Campo, F.F., Oudra, B., Vasconcelos, V., 2007.** Phytotoxic effects of cyanobacteria extract on the aquatic plant *Lemnagibba* : Microcystin accumulation, detoxication and oxidative stress induction. *Aqu.Toxicol.*83: 284-294.
- Sevrin-Reyssac, J., Pletikosic, M., 1990.**Cyanobacteria in fish ponds. *Aquac.* 88 :1-20.
- 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. p.116. Disponible sur : <http://hdl.handle.net/10068/762499>.
- Silvano, A.R., Alpina, B., 2005.** Local knowledge on a cosmopolitan fish: ethnoecology of *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae) in Brazil and Australia *Fisheries Research* .71 : 43-59.
- Smith, V.R., Russell, S., 1982.** Acetylene reduction by bryophyte-cyanobacteria associations on a subantarctic island. *Polar boil.* 1: 153-157.
- Sneath, P.H.A., 1992.** International Code of Nomenclature of Bacteria, 1990 Revision. Washington D.C., American Society for Microbiology. Subject Category: Miscellaneous.
- Soll, M.D., Williams, M.C., 1985.** Mortality of a white rhinoceros (*Ceratotheriumsi mum*) suspected to be associated with the blue-green alga *Microcystis aeruginosa*. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 56 : 49-51.
- Song, K.Y., Lim, I.K., Park, S.C., Lee, S.O., Park, H.S., Choi, Y.K., Hyun, B. H., 1999.** Effect of nodularin on the expression of glutathione S-transferase placental form and proliferating cell nuclear antigen in N-nitrosodiethylamine initiated hepato-carcinogenesis in the male Fischer 344 rat. *Carcinogenesis.* 20 : 1541-1548.
- Sotton, B., 2012.** Mise en évidence des voies de transfert des cyanotoxines dans les lacs périalpins et implications dans les réponses physiologiques des poissons exposés. Thèse de doctorat. Université de Grenoble. France. p.176.Disponible sur : [www.theses.fr](http://www.theses.fr).
- Spencer, P.S., Nunn, P.B., Hugon J., Ludolph, A.C., Ross, S.M., Roy, D.N. Robertson, R.C., 1987.**Guam amyotrophic lateral sclerosis-parkinsonism-dementia linked to a plant excitant neurotoxin. *Sci.* 237: 517–522.

- Stal, J.L., Maayke, S., Jef, H., Lajos, V., Frances, R.P., Maria, L., Thomas, H., 2007.** Colourful coexistence of red and green picocyanobacteria in lakes and seas. *Ecology Letters* 10 (4), 290-298.
- Stanier, R.Y., Kunisawa, M.M., Cohe-Bazire, G., 1971.** Purification and properties of unicellular blue-green algae (order *Chroococcales*). *Bacteriol. Rev.* 35 : 171- 1971.
- Strichartz, G.R., Edward, M., Baldomero, M.O., William, R.G., 1986.** Discrimination of muscle and neuronal Na-channel subtypes by binding competition between [3H] saxitoxin and mu-conotoxins. *Pro.Nat. Aca. Sci.*83 : 5321-5325.
- Svrcek, C., Smith, D.W., 2004.** Cyanobacteria toxins and the current state of knowledge on water treatment options: a review. *J. Eng. Sci.* 3: 155- 185.
- Terao, K., Ohmori, S., Igarashi, K., Ohtani, I., Watanabe, M., Harada, K.-I., Ito, E., Watanabe, M., 1994.** Electron microscopic studies on experimental poisoning in mice induced by *cylindrospermopsin* isolated from blue-green alga Umezakianatans. *Toxicol.* 32 : 833-843.
- Tiffany, L.M., 1951.** Ecology of fresh water algae. *In* : Manual of phycology *Chronocia Botanica*. Smith, G.M. (ed). Waltham, Massachussetts. pp.293-311.
- Turner, P.C., Gammie, A.J., Hollinrake, K., Codd, G.A., 1990.** Pneumonia associated with contact with *Cynobacteria*. *Br. Med. J.* 300:1440-1441.
- Vega, A., Bell, E.A., 1967.**  $\alpha$ -Amino- $\beta$ -methylaminopropionic acid, a new amino acid from seeds of *Cycascircinalis*. *Phytochem.* 6 : 759-762.
- Weiss, D.J., Lunte, C. E., 2000.** Detection of a urinary biomarker for oxidative DNA damage 8-hydroxydeoxyguanosine by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Electroph.*21 : 2080-2085.
- Wetzel, R. G., Likens, G.E., 2000.** Composition and biomass of phytoplankton. *Limnol. Anal.* 15: 1 4 7 - 1 7 4 .
- Whittenburg, R., Gherna, R.L. Trüper, H.G., 1978.** Proposal to place the nomenclature of the cyanobacteria (blue-green algae) under the rules of the international Code of Nomenclature of Bacteria. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 28 :335-336.
- WHO,1998.** World Health Organization:guidelines for Drinking-water Quality.2<sup>nd</sup> edition, Addendum to Vol. 2.Geneva. p.416.
- Woese , C.R., 1987.** Bacterial evolution. *Microbiol. Rev.* 51: 221-271.
- Zurawell, R.W., Chen, H., Burke, J.M., Prepas, E.E., 2005.** Hepatotoxic cyanobacteria: a review of the biological importance of microcystins in freshwater environments. *J.Toxicol. Environ. Health.* 8 :1-37.

