

EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DES CYANOBACTERIES FILAMENTEUSES PEUPLANT LE BARRAGE D'AIN EL DALIA (SOUK AHRAS).

**BOUALLEG Chahinez¹, AGOUNI Mouna^{1,2}, KAOUACHI Nouha¹, Ayari Adel¹, BAROUR
Choukri¹, GOUASMIA Ghouzala¹, DJEBBARI Nawel², et BENSOUILAH Mourad²**

⁽¹⁾Univ Souk Ahras, Fac. SNV, LEAT Lab, Bp 1553, Annaba Road, Souk Ahras, Algeria.

chahinezboualleg@yahoo.fr
<http://www.univ-soukahras.dz>

⁽²⁾Univ Annaba, Fac. Sci, EMMAL Lab, BP12 Annaba, Algeria.

bensouilah_mourad@yahoo.fr
<http://www.univ-annaba.dz>

RESUME

Les Cyanophycées sont responsables des phénomènes catastrophiques pour la vie aquatique connus chez les animaux par ingestion simultanée d'eau et des algues qu'elle contient.

Notre étude a fait l'objet d'un échantillonnage mensuel à raison d'une fois par mois durant une période s'étalant du mois d'octobre 2012 jusqu'au mois de septembre 2013 dans le barrage d'Ain El Dalia Souk Ahras.

L'observation des caractères morfo anatomiques des cyanobactéries filamenteuses récoltées nous a permis d'identifier huit genres (*Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Anabaena*, *Pseudoanabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia*, *Spirulina*), dont la majorité est potentiellement toxique. Parmi ces genres toxiques *Oscillatoria* est omniprésent, *Lyngbya* et *Phormidium* sont constants, et *Pseudoanabaena* est réguliers.

Le suivi spatio temporelle des densités globales des cyanobactéries filamenteuses recensées fait apparaître la présence *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Pseudanabaena* et *Phormidium* dans les eaux traitées à des densités de 30 ind/l notamment en décembre et juin. Dans le site 2 (pollué), les cyanobactéries sont fortement représentées en novembre (40 ind/l), en février (55 ind/l) et en juin (70 ind/l). En ce qui concerne le site 3 (agricole), des teneurs de plus de 35 ind/l sont notées en janvier, mars, avril et mai. C'est en revanche dans le site 4 (exposé au vent) que sont notés 4 pics de 85

ind/l, 60 ind/l, 50 ind/l et 40 ind/l respectivement en octobre, décembre, mars et juin. Le calcul des densités globales des genres recensés fait apparaître la dominance de *Oscillatoria* suivie du genre *Lyngbya* et *Pseudoanabaena*. Selon le genre, certains préfèrent l'automne et le printemps (*Oscillatoria*, *Pseudanabaena*), d'autres le printemps (*Phormidium*) ou l'hiver (*Lyngbya*).

Mot clés : Cyanobactéries filamenteuses, évolution spatio temporelle, Barrage Ain El Dalia.

ABSTRACT

Cyanobacteria are responsible for catastrophic events to aquatic life animals. Our study extends from October 2012 to September 2013 in the dam Ain Dalia El Souk Ahras.

The morphological and anatomical characteristic observations of cyanobacteria filamentous shows the presence of 12 genera (*Oscillatoria*, *Phormidium*, *Anabaena*, *Pseudoanabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia*, and *Spirulina*), which are potentially toxic. Among these toxic genera *Oscillatoria* is omnipresent; *Lyngbya* and *Phormidium* are constant, and *Pseudoanabaena* is regular.

The monthly evolution of the Cyanobacteria filamentous density show that the highest values are recorded during December, October (autumn), February, March (winter), and June (spring) However, the low values are observed during November and April months. The spatio-temporal variation of cyanobacteria densities revealed the presence of *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Phormidium* and *Pseudanabaena* in treated water (30 ind/l) in December and June in the site 2, cyanobacteria are strongly represented in November (40 ind /l) in February (55 ind/l) and in June (70 ind / l). In the site 3 levels over 35 Ind / l are noted in January, March, April and May. It is however the site 4 that are rated 4 pics 85 ind / l , 60 ind / l, 50 ind / l and 40 ind / l respectively in October, December, March and June. The calculation of genus densities reveals the dominance of *Oscillatoria* and *Lyngbya* followed by *Pseudoanabaena*.,

Some genus prefer the autumn and spring season (*Oscillatoria*, *Pseudanabaena*), other (*Phormidium*) the spring or (*Lyngbya*) the winter season.

Ain El Dalia dams should be more closely monitored in order to better protect of users health.

Keywords: Ain El Dalia; Cyanobacteria; dynamic spatio-temporal; toxicity.

المخلص:

هذه الدراسة تتمحور حول تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية و التعريف بالطحالب الزرقاء السامة الخيطية في سد "عين الدالية" سوق اهراس . لهذا أجرينا قياس لبعض المعايير الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، الأوكسجين المذاب، التوصيل، النترات، النتريت، الأمونيا، النيتروجين، الفوسفاتية، المواد العالقة والكوروفيل أ) وتحديد البكتيريا الزرقاء التي تم جمعها.

نتائج قياس بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية بينت وجود تغيرات موسمية، ولكن هذه القيم غير متوافقة مع المعايير المتفق عليها.

ملاحظة الخصائص المورفو- تشريحية للطحالب الزرقاء الخيطية المتحصل عليها في البحيرات السد مكنتنا من التعرف على 8 انواع : *Oscillatoria*, *Pseudoanabaena*, *Anabaena*, *Spirulina*, *Aphanizomenon*, *Nodularia*, *Phormidium*, *Lyngbya*. يعرف بشدة سموم.

متابعة تحديد وتيرة تكرار جناس هذه الطحالب تبين السيادة الواضحة للنوع (*Oscillatoria*) اما *Phormidium*.*Lyngbya* فيعتبران من الجنس الثابتة و *Pseudoanabaena* منتظمة. اما بالنسبة للاجناس *Spirulina*, *Aphanizomenon* فتعتبر نادرة.

تظهر نتائج تقييم الكثافة الشهرية الإجمالية للبكتيريا الزرقاء الخيطية التي تم جمعها تسجيل أعلى القيم خلال شهر أكتوبر ، ديسمبر (الخريف)، فيفري، مارس (الشتاء) وجوان (الربيع) وبشكل أقل درجة في شهر نوفمبر وأبريل.

اوضح تقييم الكثافة الإجمالية المكانية والزمانية للبكتيريا الزرقاء الخيطية وجود *Oscillatoria*، *Phormidium*، *Lyngbya* و *Pseudanabaena* في المياه المعالجة بكثافة من 30 فرد / لتر وخصوصا في ديسمبر وجوان. في الموقع 2، البكتيريا الزرقاء ممثلة بقوة في شهر نوفمبر (40 فرد/لتر)، في شهر فيفري (55 فرد / لتر) وجوان (70 فرد / لتر). أما بخصوص الموقع 3 سجلت مستويات أكثر من 35 فرد/لتر في جانفي، مارس، افريل وماي. غير أن الموقع 4 يتم فيه تصنيف 4 ذروات 85 فرد/ لتر ، و 60 فرد/ لتر ، و 50 فرد / لتر و 40 فرد/ لتر في اكتوبر، ديسمبر، مارس و جوان على التوالي. حساب الكثافة الإجمالية لأنواع التي تم تحديدها، يكشف عن سيادة *Oscillatoria* تليها *Lyngbya* و *Pseudoanabaena*.

حسب النوع: البعض يفضل الخريف والربيع *Oscillatoria*، *Pseudanabaena* والبعض الآخر يفضل الربيع و *Phormidium* أو الشتاء (*Lyngbya*).

من خلال نتائج هذه الدراسة ينبغي ان يحض سد عين الداليا بمراقبة كبيرة من أجل توفير حماية أفضل لصحة المستهلك.

كلمات المفتاح : عين الداليا ؛ البكتيريا الزرقاء ؛ الديناميكية المكانية والزمانية ؛ السمية.

INTRODUCTION

La prolifération massive des Cyanobactéries est un phénomène de plus en plus fréquent à travers le monde. En Europe plusieurs études menées signalent que 40 à 75 % de ces blooms possèdent des propriétés toxiques (Codd *et al.* 1989, Carmichael. 1992), en Ecosse et au Portugal, des toxines ont été détectées dans 68% des blooms et en Finlande 44 % (Codd *et al.* 1989, Sivonen *et al.* 1990). En Amérique du Nord (dans le Wisconsin), une étude similaire a montré que la fréquence de blooms toxiques varie de 20 à 40 % (Repavich *et al.* 1990, Vezie *et al.* 1997).

Face aux problèmes environnementaux et sanitaires croissants qui accompagnent les proliférations de cyanobactéries, de nombreux travaux ont été initiés sur le déterminisme de ce phénomène et sur la production de cyanotoxines (Zohary & Robarts 1990, Jungmann *et al.* 1996, Briand *et al.* 2002b, Cheng *et al.* 2002, Wiedner *et al.* 2002, Jeong *et al.* 2003, Welker *et al.* 2003, Briand *et al.* 2005, Janse *et al.* 2005, Graham *et al.* 2006, Kardinaal *et al.* 2007b, Li *et al.* 2007, Tan *et al.* 2009).

Dans l'Est algérien, les résultats d'un certain nombre de travaux réalisés dans divers plans d'eau révèlent la présence de 8 à 12 genres de cyanophycées, selon l'année et le plan d'eau étudié ; toutefois, la majorité des genres recensés est reconnue potentiellement toxique (Nasri 1999, Nasri 2001, Chaibi 2004, Bensafia 2005, Manamani 2007, Nasri *et al.* 2007, Saoudi 2008 et Ouarts *et al.* 2011).

Cette étude a pour objectifs:

- L'identification et l'inventaire des genres de Cyanobactéries filamenteuses toxiques qui peuplent le barrage d'Ain Dalia.
- Le suivi de la distribution spatiale et de la dynamique saisonnière des micro-algues recensées.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude :

Le barrage d'Ain Dalia se situe à l'extrême Est de l'Algérie, à une dizaine de kilomètres au sud de la ville de Souk Ahras. Selon l'ANBT (2013), la retenue d'eau du barrage a une superficie égale à 217 km² et une capacité totale de 82 millions de mètres³ (Fig.1).

2.2. Echantillonnage :

1. Choix des sites :

Quatre sites d'échantillonnage ont été retenus: trois dans la retenue d'eau du barrage et le quatrième après traitement de l'eau (Figure 1):

- **Site 01** : Eau récupérée à la sortie de la station de traitement.
- **Site 02** : Le pont, situé au sud-ouest du barrage à environ 10 Km de la digue. C'est un site exposé à des rejets urbains des habitants (égouts, dépotoirs...).
- **Site 03** : Oued Hréhir, situé au sud-est du barrage à environ 12 Km de la digue ; il est abrité et se trouve à proximité d'une zone à activité agricole intense.
- **Site 04** : situé au nord-ouest du barrage à environ 6 Km de la digue. C'est un site exposé au vent et proche d'une zone couverte de pins.



Figure 1 : Photos satellites du barrage Ain Dalia et sites de prélèvement (Google maps 2013).

2.3. Prélèvement des échantillons d'eau:

- Les échantillons sont maintenus à une température de 4°C (ce qui permet une conservation satisfaisante) et sont transportés jusqu'au laboratoire dans une glacière
- Usage de bouteilles en matière plastiques en raison des facilités qu'elles présentent pour le transport et la possibilité de leur usage unique étant donné leur faible coût.

2.4.Récolte des Cyanophycées

La récolte des algues toxiques est réalisée à l'aide d'un filet à plancton, de 20µm de vide de mailles, muni d'un collecteur. L'opération consiste à filtrer 50L d'eau de surface de chaque station afin de concentrer la population des Cyanobactéries (Fig.2).



Figure 2: Photographie du filet à plancton.

2.5. Identification et dénombrement des cyanobactéries

- **Identification**

La détermination des genres de chaque récolte est réalisée à partir de l'observation des caractères morphologiques selon les clés d'identification universellement admises (Bourrelly1985). L'observation est réalisée sous microscope optique, au grossissement 40.

- **Dénombrement :**

La numération des Cyanoprocaryotes a été réalisée après observation au microscope photonique «Motic B₁ séries », d'un volume précis (0,1 ml) d'échantillon homogénéisé monté entre lame et lamelle.

Le comptage est réalisé grâce à des parcours horizontaux sur toute la largeur de la lamelle; cette opération est répétée 3 fois; toutefois pour éviter les chevauchements nous décalons nettement sur la hauteur de la lame d'environ un champ de microscope.

X : moyenne du nombre d'individus dans huit lamelles de chaque échantillon.

$$\text{DMG} = \text{MDM (par site)} / \text{N}$$

N : nombre des sites.

✓ Le calcul de la fréquence d'apparition (F%)

C'est le rapport du nombre de relevés (d'échantillons) où une espèce est présente par rapport au nombre total de relevés (d'échantillons). Selon Muller (1985), une espèce est considérée comme :

- Accidentelle si $F < 25\%$,
- Accessoire si F est compris entre 25% et 50%,
- Régulière si F est compris entre 50% et 75%,
- Constante si F est compris entre 75% et 100%,
- Omniprésente si F est égale à 100%.

RESULTATS ET DISCUSSION

3. 1. Etude qualitative des cyanobactéries

L'observation des caractères morpho-anatomiques des cyanobactéries récoltées dans le barrage de Ain El Dalia nous a permis de reconnaître huit genres de cyanobactéries filamenteuse (*Lyngbya*, *Oscillataria*, *Phormidium*, *Anabaena*, *Pseudoanabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia*, *Spirulina*). Selon Bourelly, (1985), parmi les genres recensés, *Lyngbya*, *Oscillataria*, *Phormidium*, *Anabaena*, *Pseudoanabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia* sont reconnus par leur toxicité potentielle.

Tableau 1 : Inventaire des cyanophycées récoltées dans le barrage de Ain El Dalia.

Mois	Genres recensés
Octobre	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Pseudoanabaena, Phormidium.</i>
Novembre	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Pseudoanabaena, Phormidium.</i>
Décembre	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Pseudoanabaena, Phormidium, Anabaena.</i>
Janvier	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Phormidium.</i>
Février	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Spirulina.</i>
Mars	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Pseudoanabaena, Nodularia, Phormidium, Anabaena.</i>
Avril	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Nodularia, Phormidium, Aphanizomenon.</i>
Mai	<i>Oscillatoria, Lyngbya, Nodularia, Anabaena.</i>
Juin	<i>Aphanizomenon, Oscillatoria, Phormidium, Anabaena, Pseudoanabaena.</i>

3.2. Fréquence d'occurrence des genres récoltés

L'estimation de la fréquence d'occurrence des genres recensés montre que seul le genre *Oscillatoria* est omniprésent, les genres *Lyngbya* et *Phormidium* sont constants, le genre *Pseudoanabaena* est régulier; les genres *Nodularia*, *Anabaena* sont accessoires et les genres *Spirulina*, *Aphanizomenon* sont en revanche accidentels (Tab.2).

Tableau 2 : Fréquence d'occurrence des genres de Cyanobactéries filamenteuses recensés dans le barrage de Ain El Dalia (Octobre 2012 à Juin 2013).

Genres	Fréquences d'occurrence	Observation
<i>Oscillatoria</i>	100 %	Omniprésent
<i>Lyngbya</i>	89 %	Constant
<i>Phormidium</i>	78%	
<i>Pseudanabaena</i>	55.5 %	
<i>Nodularia,</i>	33%	Accessoire
<i>Anabaena</i>	44,44%	
<i>Aphanizomenon.</i>	22%	Accidentelle
<i>Spirulina.</i>	11%	

3.3. Distribution des densités globales des genres recensés dans les eaux du barrage de Ain El Dalia

Les densités globales des genres recensés dans les eaux du barrage de Ain El dalia diffèrent d'un genre à l'autre. Nous notons une forte présence des *Oscillatoria* et *Lyngbya* ; ces derniers enregistrent des densités de l'ordre de 330 et 300 ind/l respectivement. Le genres *Pseudoanabaena* enregistre 75 ind/l. En ce qui concerne les genres, *Spirulina*, et *Nodularia*, leurs densités varient de 25 à 55 ind/l. Les genres tels que *Anabaena* et *Aphanizomenon* marquent leur présence par des densités n'excédant pas 20 ind/l (fig.3).

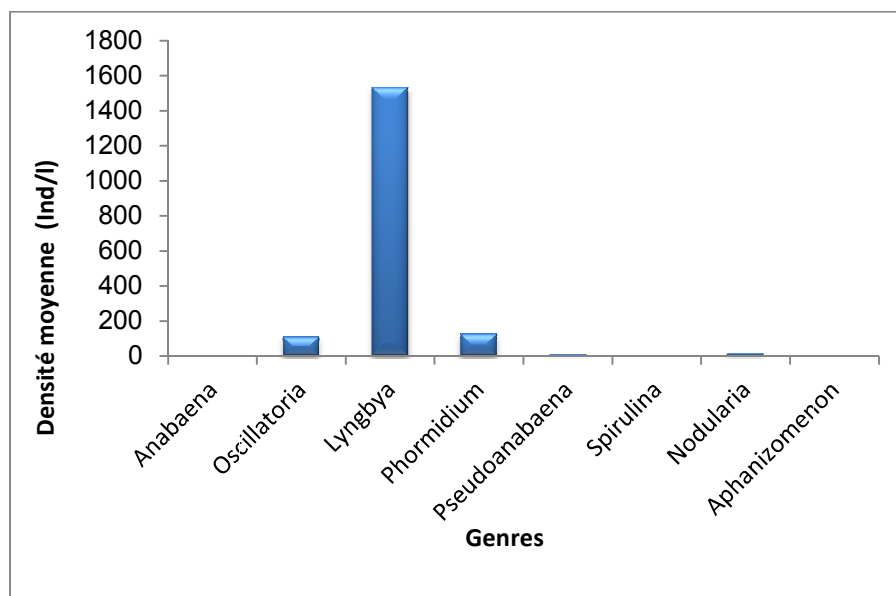


Figure 3 : Distribution des densités globales des genres recensés dans les eaux du barrage de Ain El Dalia.

3.4. Distribution spatio-temporelle des genres omniprésents recensés

📍 Distribution spatio-temporelle

Les densités du genre *Oscillatoria* varient de 5 à 35 ind/l (fig. 4); Ce genre montre, dans le site 1 (eau traitée), 2 pics : l'un de 35 ind/l en décembre et l'autre de 25 ind/l en juin. Dans le site 2, les densités ne dépassent pas 15 ind/l sauf en juin où la valeur maximale (20 ind/l) est atteinte. Le genre *Oscillatoria* est présent dans le site 3 à des densités n'excédant pas 10 ind/l sauf en avril où une valeur proche de 30 ind/l est enregistrée. En ce qui concerne le site 4, les densités relevées ne dépassent pas 10

ind/l sauf en novembre, décembre et juin où des valeurs de 15, 30 et 30 ind/l sont notées respectivement.

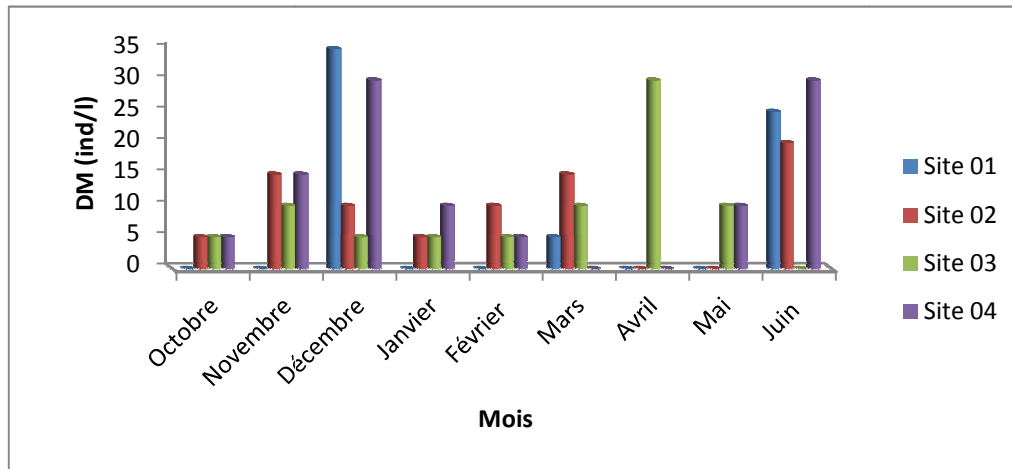


Figure 4 : Distribution spatio-temporelle des densités du genre *Oscillatoria*.

3.5. Distribution spatio-temporelle des genres constants

✓ Le genre *Lyngbya*

La présence du genre *Lyngbya* diffère d'un site à l'autre et d'un mois à l'autre. Dans le site 1, il est présent à des densités qui ne dépassent pas 10 ind/l en novembre, février et mars. Dans le site 2, sa présence est plus fréquente (7 mois sur 9) ; Les densités varient de 5 à 45 ind/l; les valeurs sont le plus souvent inférieures à 15 ind/l sauf en octobre et en mars où des valeurs de 40 ind/l et de 30 ind/l sont respectivement enregistrées (fig.5).

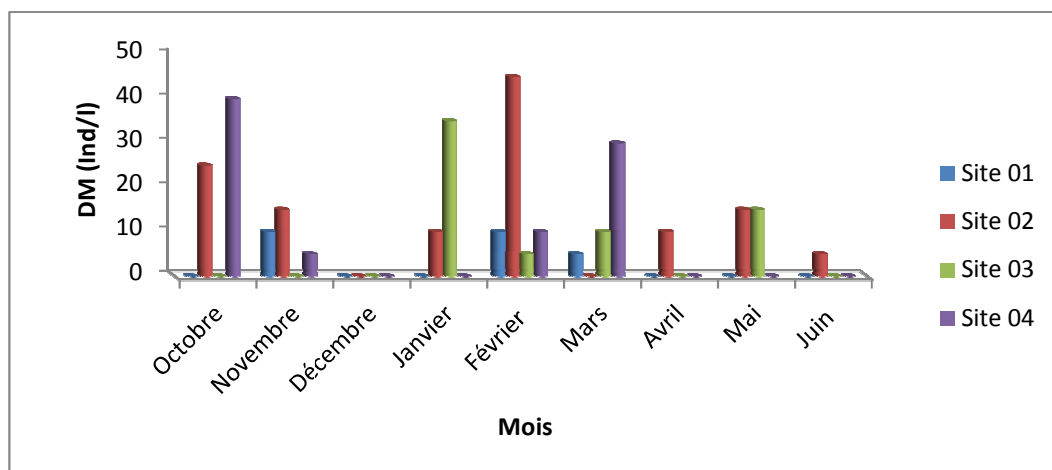


Figure 5 : Distribution spatio-temporelle des densités du genre *Lyngbya*.

✓ Le genre *Phormidium*

Le genre *Phormidium*, quand il est présent, ne dépasse pas la valeur de 5 ind/l, à l'exception du mois de juin où dans le site 2 il montre un pic de 10 ind/l (fig. 6).

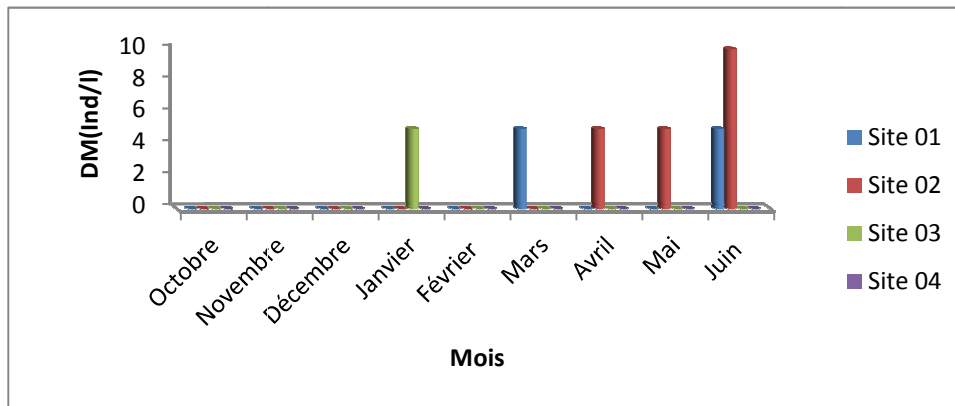


Figure 6 : Distribution spatio-temporelle des densités du genre *Phormidium*.

✓ Le genre *Pseudanabaena*

Les densités de *Pseudanabaena* sont comprises entre 5 et 15 ind/l. Durant presque toute la période d'étude, où ce genre est rencontré, sa densité ne dépasse pas 5 ind/l à l'exception des mois d'octobre (dans le site 3) et juin (dans le site 2) où les densités sont proche de 10 ind/l. Le seul pic de 15 ind/l est relevé dans le site 4 en décembre (fig.7).

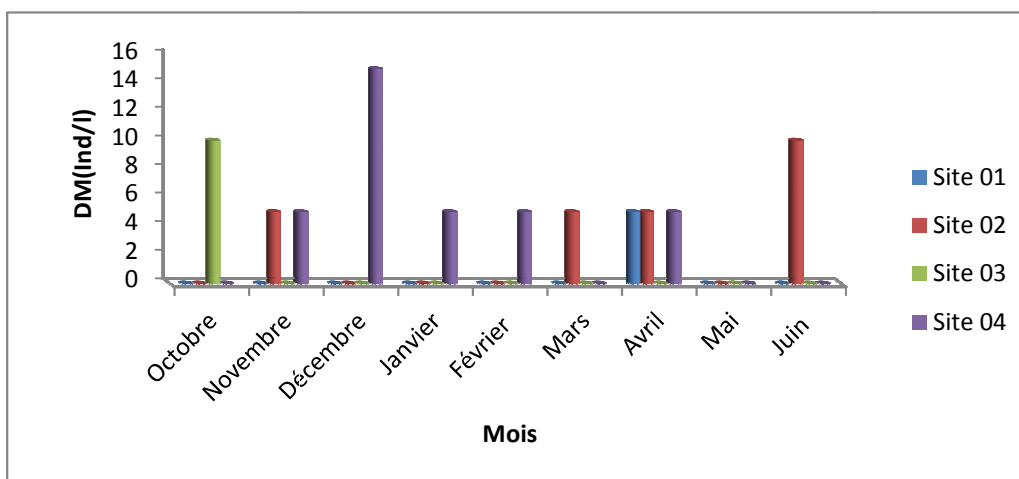


Figure 7 : Distribution spatio-temporelle des densités du genre *Pseudanabaena*.

CONCLUSION

Il ressort de cette étude :

- ✓ L'inventaire de 8 genres de Cyanophycées filamenteuses potentiellement toxiques ;
- ✓ Que le calcul des densités globales des genres recensés fait apparaître la dominance du genre *Oscillatoria* ce dernier est suivi *Lyngbya* et *Pseudoanabaena*.
- ✓ Que *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Pseudanabaena* et *Phormidium* sont présents même dans les eaux traitées ;
- ✓ Que les genres *Oscillatoria* et *Pseudanabaena* préfèrent l'automne et le printemps et que *Phormidium* sont printaniers et *Lyngbya* hivernal ;

Perspectives :

Il serait nécessaire de mettre en place un programme de suivi plus rigoureux tel que préconisé par l'OMS :

- Suivi des paramètres physico chimiques de l'eau afin de caractériser ce plan d'eau et son bassin versant ;
- Suivi des peuplements cyanobactériens (inventaire et dénombrement) afin de caractériser les communautés peuplant ce plan d'eau ;

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANBT 2013. Agence national des barrages et de transfert.

Bensafia L. 2005. Les peuplements des cyanobacteries de deux plans d'eau douce (Lac Oubeire, Tanga). Inventaire et dynamique spatio-temporelle. *Mémoire de magister en science de la mer, option : Aquaculture. Université d'Annaba. 31pp.*

Briand J.F. ; Robillot, C. ; Quiblier-Lloberas, C. ; Humbert, J.F. ; Coute, A & Bernard, C. 2002b. Environmental context of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) blooms in a shallow pond in France. *Water Res* 36:3183-3192.

- Briand J.F., Jacquet, S., Flinois, C., Avois-Jacquet, C., Maissonette, C & Leberre, B., Humbert, J.F. 2005.** Variations in the microcystin production of *Planktothrix rubescens* (Cyanobacteria) assessed from a four-year survey of Lac du Bourget (France) and from laboratory
- Chaibi R. 2004.** Caractéristiques physico-chimiques et évaluation du milieu trophique d'un écosystème lagunaire : Lagune El-Mallah. *Mémoire de magister en écologie animale. Université d'Annaba.*
- Cheng K., Zhao Y.J., Xu, M., Yin, J., Xiong Q., Zhou J.C., Wang Y.Z., Zhang W., Wang, J.W., Liu Z.Y. & Wang F.R. 2002.** An ecological study on dynamics of toxic *Microcystis* blooms in a eutrophic park pond, Wuhan, China. *Prog. Nat. Sci.* 12:30-35.
- Codd G.A., Bell, S.G & Brooks W.P. 1989.** Cyanobacterial toxins in water. *Wat. Sci. Tech.* ; 21,3 pp. 1-13.
- Google Earth. 2013.** *In: www. Google earth.com*
- Graham J.L., Jones J.R., Jones S.B. & Clevenger T.E. 2006** - Spatial and temporal dynamics of microcystin in a Missouri reservoir. *Lake Reserv. Manag.* 22, pp. 59-68.
- Janse I., Kardinaal W.E.A., Kamst-van., Agterveld M., Meima, M., Visser P.M. & Zwart, G. 2005.** Contrasting microcystin production and cyanobacterial population dynamics in two *Planktothrix*-dominated freshwater lakes. *Environ. Microbiol.* 7:1514-1524.
- Jeong, K.S., Kim, D.K., Whigham B & Joo G.J. 2003.** Modelling *Microcystis aeruginosa* bloom dynamics in the Nakdong River by means of evolutionary computation and statistical approach. *Ecol. Model.* 161:67-78.
- Jungmann D., Ludwichowski K.U., Faltin V. & Benndorf, J. 1996.** A field study to investigate environmental factors that could effete microcystin synthesis of a *Microcystis* population in the Bautzen reservoir. *Int Revue ges Hydrobiol* 81:493-501.
- Kardinaal W.E.A., Tonk L., Janse I., Hol S., Slot P., Huisman J., & Visser P.M. 2007b.** Competition for light between toxic and nontoxic strains of the harmful cyanobacterium *Microcystis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 73:2939-2946.
- Li H.B., Hou G.X., Dakui F., Xiao B.D., Song L.R. & Liu Y.D. 2007.** Predution and elucidation of the population dynamics of *Microcystis spp.* In

Lake Dianchi (China) by means of artificial neural networks. *Ecol. Inform.* 2:184-192.

- Manamani R. 2007.** Niveau trophique et efflorescences des cyanobactéries dans le barrage d'Ain Dalia (Souk Ahras). Mémoire de magister en science de la mer, option : biologie et physiologie des organismes marins.
- Nasri A.B. 1999.** Etude de la biodiversité des Cyanoprocaryotes et leurs toxines dans un milieu d'eau douce: Lac Oubéira. *Mémoire de Magister. Université d'Annaba.*
- Nasri H. 2001.** Etude de la dynamique spatio- temporelle et des paramètres de croissance de Cyanoprocaryotes toxiques dans un milieu d'eau douce. Cas du barrage Chaffia. *Mémoire de magister. Université d'Annaba.*
- Bouaïcha, N. & Kaid Harche, M. 2007.** A New Morphospecies of *Microcystis* sp. Forming Bloom in the Cheffia Dam (Algeria): Seasonal Variation of Microcystin Concentrations in Raw Water and Their Removal in a Full-Scale Treatment Plant. *Environ Toxicol* 22: 347–356.
- Ouartsî A., Saoudi, A. . & Chekireb, D. 2011.** Etude des efflorescences toxiques a cyanobactéries dans le barrage Mexa, Algerie. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 5, N°1*, p : 81-100.
- Repavich W.M., Sonzogni, W.C., Standridge, J.H., Wedepohl, R.E. . & Meisner, L.F. 1990.** Cyanobacteria (blue – green algae) in wisconsin waters : *acute and chronic toxicit. Wat. Res.*, 24,. 225-231.
- Saoudi A. 2008.** Isolement, culture et évaluation de la toxicité des efflorescences à *microcystis* sp. du barrage Mexa El Taref. *Mémoire de magister. Université d'Annaba.*
- Sivonen K., Niemela S.I., Niemi R.M., Lepisto L., Luoma T.H. et Rasanen, L.A. 1990.** Toxic Cyanobacteria (blue – green algae) in finnish fresh and coastal waters. *Hydrobiologia* ; 190, pp. 267-275.
- Tan X., Kong, F.X., Zeng Q.F., Cao, H.S., Qian, S.Q. & Zhang, M. 2009.** Seasonal variation of *Microcystis* in Lake Taihu and its
- Vezie C., Bertru G., Brient L. & Lefeuvre J.C. 1997.** Blooms de cyanobactéries hépatotoxiques dans l'ouest de la France, T.S.M.
- Wiedner C., Nixdorf B., Heinz R., Wirsing B., Neumann U. & Weckesser J. 2002.** Regulation of cyanobacteria and microcystin dynamics in polymictic shallow lakes. *Arch. Hydrobiol.* 155:383-400.

Zohary, T. & Robarts, R.D. 1990. Hyperscums and the population dynamics of *Microcystis aeruginosa*. *J. Plankton Res.* 12:423-432.