

La bio-indication de la pollution aquatique par les microalgues (Cas de l'Oued "Bounamoussa" et du Lac des "Oiseaux")

Asma Necib*, Houda Rezig & Larbi Boughediri

Laboratoire de Recherche en Biologie Végétale et Environnement, Faculté des Sciences,
Département de Biologie. Université Badji Mokhtar, BP 12,23000 Annaba, Algérie

Révisé le 08/11/2012

Accepté le 30/01/2013

ملخص

البيئات المائية معقدة، هشة، متنوعة وتحكمها القوانين الفيزيائية الدقيقة. الطحالب التي تعيش بها في توازن غير مستقر ومرتبطة بها ارتباطا كليا. الأنواع الأكثر تسامحا تتكيف مع ولوج مادة خارجية أو تغيرات فيزيوكيميائية. استخدمنا الطحالب المجهرية كمؤشرات بيولوجية لتلوث المياه في محطتين: واد بوناموسا وبحيرة الطيور التي تترجم مستوى التلوث في عينات المياه طبقا لطريقة مؤشر التلوث العضوي في البيئات المائية المقترح من طرف Palmer (1969). الملاحظة المورفولوجية المتحصل عليها سمحت لنا بإحصاء 20 جنسا. تم تسجيل 10 أجناس في واد بوناموسا: *Scenedesmus* أما على مستوى بحيرة الطيور فقد تم تسجيل 17 جنسا: *Navicula*, *Melosira*, *Closterium*, *Chlorella*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Lepocinclis*, *Euglena*, *Microcystis*, *Phormidium*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*. كما أظهرت النتائج التي سجلت أعلى نسبة في بحيرة الطيور (مؤشر 12) يليها واد بوناموسا (مؤشر 9) وفقا لمؤشر Palmer (1969) أن هناك انخفاض في التلوث العضوي في واد بوناموسا ومع ذلك يعتبر التلوث في بحيرة الطيور بواسطة المواد العضوية قريب من المتوسط.

الكلمات المفتاحية: التلوث العضوي - الطحالب المجهرية - المؤشرات البيولوجية - أصناف الطحالب المقاومة للتلوث - مؤشر Palmer (1969)

Résumé

Les milieux aquatiques continentaux sont des écosystèmes complexes, fragiles et régis par des lois physico-chimiques précises. Les microalgues qui les colonisent vivent en équilibre instable et en dépendent totalement. Les genres les plus tolérants s'adaptent à l'entrée d'une substance exogène ou à une modification des paramètres physico-chimiques. Nous avons utilisé des microalgues comme indicatrices biologiques de la pollution aquatique dans deux hydrosystèmes: L'oued "Bounamoussa" et le Lac des "Oiseaux" (W. El-Tarf). La méthode appliquée est celle de l'indice de pollution organique préconisée par Palmer (1969) qui consiste à traduire le niveau de la contamination dans les échantillons de l'eau. L'observation des caractères morphologiques des microalgues récoltées nous a permis de recenser 20 genres. Nous avons enregistré 10 genres dans l'Oued "Bounamoussa": *Microcystis*, *Euglena*, *Lepocinclis*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Synedra*, *Chlorella*, *Closterium* et *Scenedesmus*. Au niveau du Lac des "Oiseaux", nous avons noté l'existence de 17 genres: *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Cylindrospermum*, *Merismopedia*, *Microcystis*, *Phormidium*, *Synechocystis*, *Phacus*, *Cyclotella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Synedra*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Pediastrum* et *Scenedesmus*. Les résultats montrent que les densités algales les plus élevées sont enregistrées dans le Lac des "Oiseaux", suivi de l'Oued "Bounamoussa". Selon l'indice de pollution de Palmer (1969), nous avons constaté qu'il existe une faible pollution organique (indice = 9) au niveau de l'Oued "Bounamoussa". En revanche, la contamination dans le site du Lac des "Oiseaux" par la matière organique est considérée comme moyenne (indice = 12).

Mots clés: Pollution organique - Microalgues - Bioindication - Genres tolérants d'algues - Indice de Palmer (1969).

Abstract

Continental aquatic environments are complex, fragile and governed by specific physico-chemical ecosystems laws. Microalgae that colonize living precariously and totally dependent. The most tolerant genera adapt to the input of an exogenous substance or a change in physico-chemical parameters. We used microalgae as biological indicators of water pollution in two sites: Bounamoussa's River and Lake of the Birds (W.Tarf). The method applied is the index of organic pollution recommended by Palmer (1969), which is to translate the level of contamination in water samples. The observation of morphological characteristics of collected microalgae allowed us to identify 20 genera. We recorded 10 genera in Bounamoussa's River: *Microcystis*, *Euglena*, *Lepocinclis*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Synedra*, *Chlorella*, *Closterium* and *Scenedesmus*. At the Lake of the Birds, we noted the existence of 17 genera: *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Cylindrospermum*, *Merismopedia*, *Microcystis*, *Phormidium*, *Synechocystis*, *Phacus*, *Cyclotella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Synedra*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Pediastrum* and *Scenedesmus*. The results show that the highest algal densities are recorded in the Lake of the Birds, followed by the Bounamoussa's River. According to the pollution index Palmer (1969), we found that there is little organic pollution (index = 9) at Bounamoussa's River. However, the contamination at the site of the Lake of the Birds by organic matter is considered average (index = 12).

Keywords: Organic pollution - Microalgae - Bioindication - Pollution tolerant genera of algae - Palmer index (1969).

*Auteur correspondant : sama.nb@hotmail.fr

1. INTRODUCTION

La qualité des eaux dans le monde a connu, ces dernières années, une grande détérioration, et ce, à cause des rejets industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture et l'exploitation abusive et irrationnelle des ressources aquatiques.

D'une manière générale, la pollution de l'eau est devenue un problème d'actualité qui touche tous les pays. Ses conséquences sont traduites, d'une part, par la dégradation souvent irréversible de l'écosystème, d'autre part, par une raréfaction de cette ressource précieuse et vitale.

La première source de pollution des hydrosystèmes provient des matières organiques, notamment les excréments humains. Ces polluants saturant l'eau, empêchent le fonctionnement naturel des écosystèmes et introduisent des micro-organismes pathogènes qui transmettent des maladies à l'homme si l'eau n'a pas été épurée au préalable avant toute consommation.

Il est parfois utile et judicieux d'utiliser des organismes vivants dont on connaît la sensibilité et les exigences écologiques pour juger de l'état d'un environnement et de ses perturbations. C'est surtout pour la pollution atmosphérique et aquatique que la méthode des indicateurs biologiques peut s'avérer précieuse [1].

A cet égard, de nombreuses microalgues possèdent la capacité de survivre dans des eaux polluées, ce qui les rend des indicatrices de pollution.

Parmi les travaux réalisés dans ce sens, on note ceux de Hamada et *al.* au niveau de l'Oued Boufakrane au Maroc [2] et Saikia et *al.* dans un plan d'eau d'Elenga en Inde [3].

L'objectif de ce travail est d'estimer le degré de pollution organique par le biais des microalgues dans deux sites; le premier un cours d'eau « l'Oued "Bounamoussa" » et le deuxième, un milieu stagnant « le Lac des Oiseaux », en se basant sur la méthode de Palmer [4].

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude

L'Oued "Bounamoussa"

L'Oued "Bounamoussa" coule dans la partie Sud-est d'Annaba en formant des méandres avec un lit assez encaissé dans les alluvions quaternaires.

Avant de sortir des monts de la Cheffia (W. El-Tarf), l'Oued draine la petite plaine de "Asfour" (W. El-Tarf) qui vient se rattacher à la plaine d'Annaba à l'Est de Zerizer (W. El-Tarf), avant d'atteindre la zone dunaire. Il présente une jonction avec l'Oued "Mafregh" qui traverse les dunes pour se jeter dans la mer méditerranéenne. Cependant, l'embouchure reste relativement à faible débit, fermée par une barrière sablonneuse.

D'après les services de l'hydraulique de la Wilaya d'El-Tarf (W. El-Tarf), la superficie du milieu lotique est estimée à 16, 324 ha.

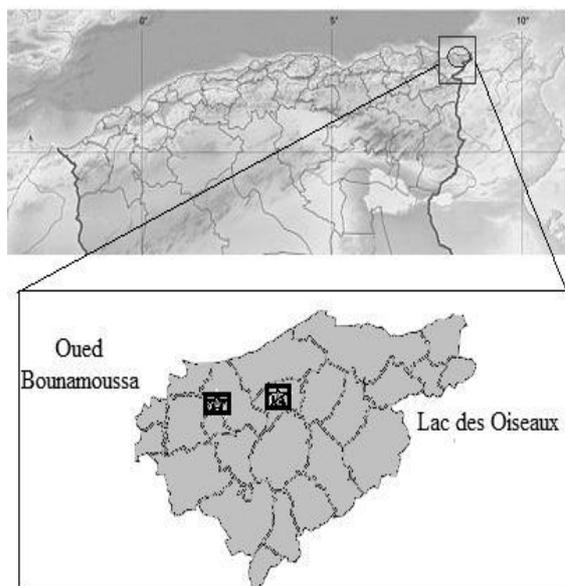


Figure 1. Localisation géographique des deux sites d'étude (Carte topographique de l'Algérie, modifiée)

Trois stations de prélèvement des échantillons d'eau ont été retenues (Photo 1):

- Station de Pont "Ben M'hidi" (W. El-Tarf) (B₁), située à 1 km à l'Est de Ben M'hidi. Elle est choisie dans la partie saumâtre de l'Oued dont les berges sont très élevées.
- Station de "Asfour" (B₂), situé à 3 km au Sud du village de "Asfour" au lieu dit « El Herbah ». Les berges sont sableuses avec une couverture végétale dense.
- Station de Bouhadjar (B₃), situé 100 m avant le Barrage Cheffia.

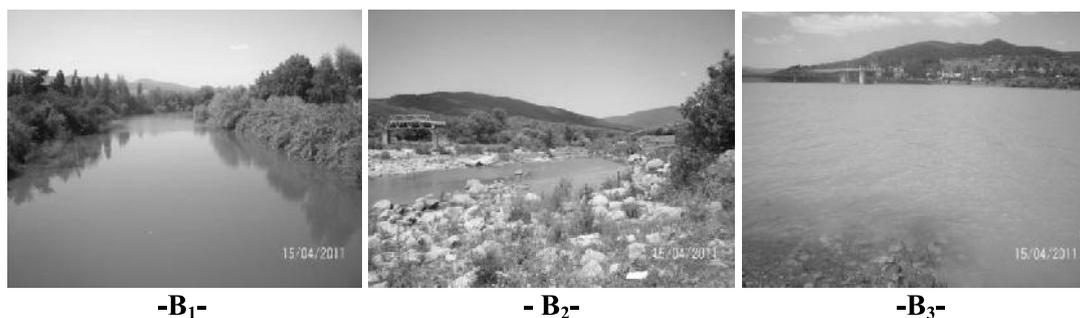


Photo 1. Vue des 3 stations de prélèvement dans l'Oued "Bouamoussa"

Le Lac des "Oiseaux"

Le Lac des Oiseaux est situé à 45 Km de part et d'autre des villes d'El Kala et d'Annaba. Ses coordonnées géographiques à une longitude de 36°42' N et une latitude de 08°07' E, et fait partie de la commune du Lac des "Oiseaux", Daïra de "Boutheldja" et Wilaya d'El Tarf [5].

Les trois stations de prélèvement des échantillons d'eau sont situées au bord du lac près de la zone d'agglomération d'"El-Meknana", et espacées entre elles de 200 m (Photo 2).



Photo 2. Vue des 3 stations de prélèvement du Lac des "Oiseaux"

2.2 Prélèvement des échantillons

La récolte des échantillons d'eau dans les stations retenues a été réalisée durant les mois d'avril et mai 2011 à raison d'une sortie par mois entre 9 h et 13 h.

Cette opération consiste à prélever dans une bouteille 0,5 litre de l'eau de surface, à laquelle on ajoute 2.5 ml de lugol basique concentré et ce, pour une meilleure conservation des cellules phytoplanctoniques [6]. On laisse le tout décanter pendant 24h, puis on procède à l'identification systématique et au comptage [7].

2.3 Analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau

Les paramètres physico-chimiques mesurés sont la température de l'eau, le pH et la conductivité électrique.

La température de l'eau a été mesurée à l'aide d'un thermomètre *in situ*, le pH à l'aide de micro-computer pH-mètre (HI 8424) et la conductivité électrique à l'aide d'un

Conductimètre (HI 8733) ont été mesurés au niveau du laboratoire.

2.4 Identification et dénombrement des microalgues récoltées

À l'aide d'une pipette, un volume de 0,1ml d'échantillon d'eau mis à sédimenter est prélevé, puis placé entre lame et lamelle. Le comptage des cellules d'algues réalisé sur les parcours horizontaux est effectué sur toute la longueur et la largeur de la lamelle (50 mm x 24 mm). Le dénombrement est réalisé selon la méthode décrite par Palmer [4] au microscope photonique (Zeiss) au grossissement (X10) puis (X40). Afin de minimiser l'erreur, 3 lames sont dénombrées pour chaque échantillon et seules les valeurs moyennes sont prises en considération.

Détermination de la densité algale.

Selon Palmer [4], une microalgue est appelée "présente" si sa densité est \geq à 50 cellules ml^{-1} .

Les indices de pollution de la présence de microalgues sont ensuite additionnés. Un score de 20 ou plus pour un échantillon est considéré comme une preuve de la pollution organique élevée. Tandis qu'un score compris entre 15-19 est considéré comme une preuve probable de la pollution organique. Les chiffres plus faibles indiquent que la pollution organique de l'échantillon n'est pas élevée. Toutes les microalgues non listées ont un indice zéro.

La formule appliquée pour calculer la densité algale d'un genre est la suivante :

$$\begin{array}{l} n \longrightarrow v \\ x \longrightarrow 1 \text{ ml} \end{array} \quad \Longrightarrow \quad x = \frac{1 \times n}{v}$$

n : nombre d'individus d'un même genre ;
v : volume d'échantillon de l'eau (0,1 ml) ;
x : densité algale (ind/ml).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Les paramètres physico-chimiques

Le tableau 1 regroupe les résultats des paramètres physico-chimiques étudiés au niveau des sites.

Tableau 1. Paramètres physico-chimiques mesurés au niveau des deux sites d'étude.

Paramètres Sites		Température (°C)		pH		Conductivité électrique (µS)	
		Prélèvement	m ± sd	Prélèvement	m ± sd	Prélèvement nt	m ± sd
Oued Bounamoussa	B ₁	23.0	22.0 ± 2.0	7.48	7.84 ± 0.83	200	366 ± 300
	B ₂	21.0		8.30		500	
	B ₃	22.0		7.73		400	
Lac des Oiseaux	Os ₁	27.0	28.5 ± 2.5	8.13	7.87 ± 0.45	300	467 ± 500
	Os ₂	29.0		7.68		800	
	Os ₃	29.5		7.85		300	

La température

Le tableau 1 montre que la température moyenne varie entre 22.0 ± 2.0 °C au niveau de l'Oued Bounamoussa et 28.5 ± 2.5 °C au niveau du Lac des Oiseaux.

La différence de température entre les stations de chaque milieu est très faible dans l'ensemble des sites et l'écart ne dépasse pas 2,50°C. Cette situation témoigne, donc, d'une homogénéité de température au niveau des stations.

La comparaison entre les deux milieux permet de constater que les eaux du lac sont légèrement plus chaudes que celle de l'Oued.

Le pH

La valeur du pH donne des indications sur l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. C'est l'un des facteurs les plus importants de la qualité de

l'eau et, aussi, un élément déterminant pour définir le caractère agressif d'une eau.

À la lumière des résultats obtenus, il en ressort que les eaux ont un pH qui varie entre 7.84 ± 0.83 à Oued Bounamoussa et 7.87 ± 0.45 au Lac des Oiseaux. Ce qui montre le caractère alcalin de ces eaux.

La conductivité électrique

Ce paramètre lié à la présence d'ions dans l'eau, augmente avec la concentration en sels ioniques dissous.

Les valeurs obtenues varient entre 366 ± 300 µS à Oued Bounamoussa et 467 ± 500 µS au Lac des Oiseaux. Ce qui prouve que leurs eaux sont moyennement chargées en sels.

3.2 Identification et dénombrement des microalgues

L'observation des caractères morphologiques des microalgues récoltées dans les différentes stations nous a permis d'identifier 20 genres selon Bourrelly [8], certains d'entre eux se présentent sous forme cellulaire: *Merismopedia*, *Microcystis*, *Synechocystis*, *Euglena*, *Lepocinclis*, *Phacus*, *Cyclotella*,

Gomphonema, *Navicula*, *Synedra*, *Chlorella*, *Closterium*, *Pediastrum* et *Scenedesmus*. Les autres ont une forme filamenteuse: *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Cylindrospermum*, *Phormidium*, *Melosira* et *Ankistrodesmus*.

Le tableau 2 présente la densité des genres recensés et leur répartition dans les différentes stations étudiées.

Tableau 2. Densité des genres recensés (en individu.ml⁻¹) dans les deux sites étudiés.

Classes	Genres	Sites					
		Oued Bounamoussa			Lac des Oiseaux		
		B ₁	B ₂	B ₃	Os ₁	Os ₂	Os ₃
<i>Cyanophyceae</i>	<i>Aphanizomenon</i>	-	-	-	-	-	120
	<i>Anabaena</i>	-	-	-	10	120	-
	<i>Cylindrospermum</i>	-	-	-	-	-	100
	<i>Merismopedia</i>	-	-	-	-	-	290
	<i>Microcystis</i>	2020	240	470	860	320	1060
	<i>Phormidium</i>	-	-	-	-	-	50
	<i>Synechocystis</i>	-	-	-	-	-	60
<i>Euglenophyceae</i>	<i>Euglena</i>	120	-	-	-	-	-
	<i>Lepocinclis</i>	2460	-	-	-	-	-
	<i>Phacus</i>	-	-	-	120	50	-
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Cyclotella</i>	-	-	-	-	30	-
	<i>Gomphonema</i>	100	20	80	90	110	90
	<i>Melosira</i>	30	-	-	-	-	-
	<i>Navicula</i>	60	-	-	60	270	460
	<i>Synedra</i>	140	90	160	160	480	150
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Ankistrodesmus</i>	-	-	-	-	80	-
	<i>Chlorella</i>	60	-	-	-	1140	-
	<i>Closterium</i>	10	-	40	130	260	400
	<i>Pediastrum</i>	-	-	-	-	20	-
	<i>Scenedesmus</i>	10	-	90	100	670	270
Total des stations		5010	350	840	1530	3550	3050
Moyenne des stations		2067			2710		

Au total des genres identifiés, on note que les peuplements sont distribués entre quatre classes: *Cyanophyceae*, *Euglenophyceae*, *Diatomophyceae* et *Chlorophyceae*.

La figure 2 montre que la classe des *Cyanophyceae* a la contribution la plus élevée avec des pourcentages de 44.03 et 36% respectivement au niveau de l'"Oued Bounamoussa" et du Lac des "Oiseaux".

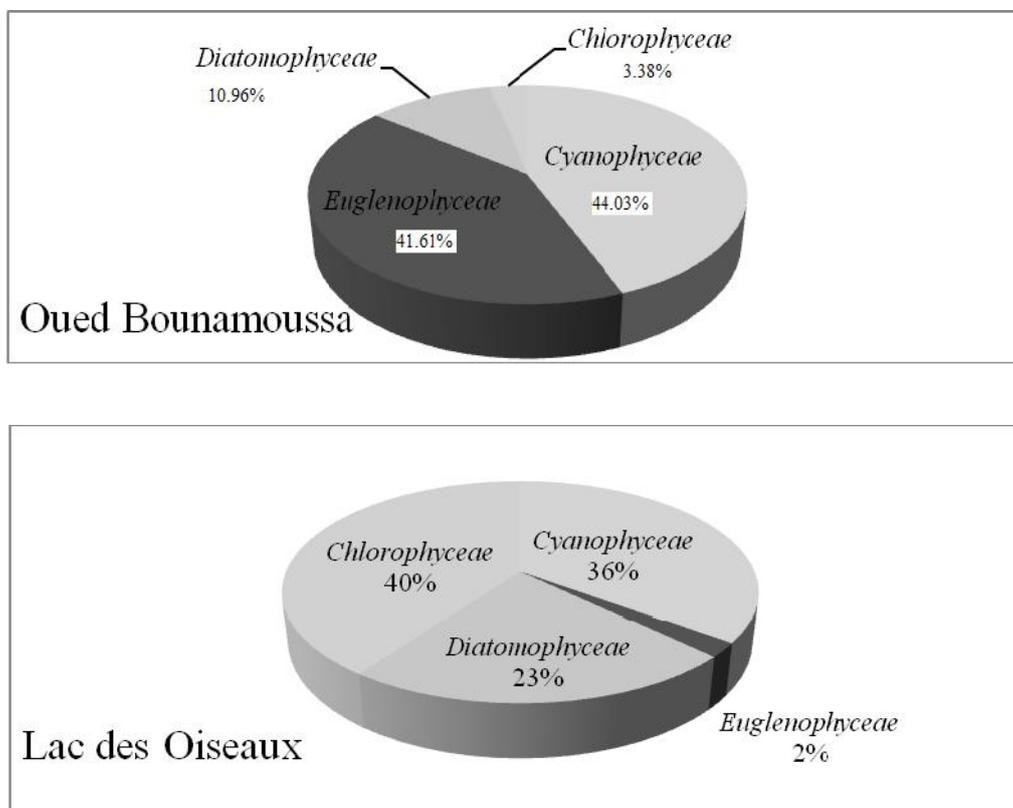


Figure 2. Composition des peuplements des microalgues au niveau des deux sites.

Les *Cyanophyceae* sont présentes dans tous les milieux terrestres et aquatiques salés ou non, grâce à leur grande tolérance vis à vis les conditions de vie et les caractéristiques de ces milieux [9].

Les genres *Aphanizomenon*, *Anabeana*, *Cylindrospermum*, *Merismopedia*, *Phormidium* et *Synechocystis*, sont spécifiques du Lac des "Oiseaux"; ils sont totalement absents dans l'Oued.

Une étude réalisée dans le bassin Artois-Picardie (France) [10], estime que certains genres de *Cyanophyceae* tels *Aphanizomenon*, *Cylindrospermum* ont tendance à apparaître préférentiellement dans des masses d'eau plus ou moins stagnantes comme les lacs.

Pour la classe des *Diatomophyceae*, leurs pourcentages de contribution sont respectivement de 23% pour le Lac des

"Oiseaux" et de 10% pour l'Oued "Bounamoussa".

Certains auteurs [11, 12] signalent que les diatomées préfèrent les cours d'eau minéralisés, et sont moins sensibles aux proportions ioniques qu'à la quantité absolue d'ions dans leur milieu. De plus, ils ont remarqué, que les *Diatomophyceae* colonisent les eaux douces, les eaux saumâtres et même les eaux salées.

Le pourcentage des *Euglenophyceae* est élevé dans l'Oued "Bounamoussa" (41%), par contre il est faible et ne dépasse pas 2% dans le Lac des "Oiseaux". Cette classe est connue par certains genres fréquents dans les eaux polluées comme *Euglena*, *Phacus* et *Lepocinclis* au niveau de station B₁ de l'Oued Bounamoussa.

Les *Chlorophyceae* ont enregistré aussi une abondance relativement élevée (40%) dans le Lac des "Oiseaux", mais leur contribution est faible dans l'Oued "Bounamoussa" (4%).

Toutefois, l'apparition de la classe *Chlorophyceae* avec un pourcentage faible, pourrait être due à la forte présence de la classe des *Cyanophyceae* au niveau de l'Oued Bounamoussa. D'après Collectif [13], la présence de *Cyanophyceae* perturbe la croissance des autres groupes d'algues, principalement les *Chlorophyceae*, par compétition vis-à-vis de deux éléments vitaux, la lumière et les sels minéraux, principalement le phosphore et l'azote.

3.3 Effet des paramètres physico-chimiques sur la densité des microalgues

Effet de la température

La confrontation des tableaux 2 et 3 révèle des relations entre la température et la densité microalgale. C'est ainsi que la station du Lac des "Oiseaux" où la température est la plus élevée, présente une densité plus importante. Selon Gayral [14], la température est un des facteurs les plus importants qui permettent à une espèce donnée d'apparaître, d'atteindre un développement maximal et enfin de disparaître à des périodes de l'année déterminées.

Effet du pH

D'après les tableaux 2 et 3, il est noté une absence de relation entre le pH et la densité des microalgues. Ce résultat pourrait être lié à l'éthologie de chaque genre. En effet, certains genres prolifèrent dans des milieux acides, alors que d'autres préfèrent des milieux alcalins. Par ailleurs, dans les milieux à fortes teneurs en éléments acides tel que le phosphate, certains genres sont absents. En effet, selon Carlsson et Granéli [15] les *Diatomophyceae* telles que *Navicula*, *Cyclotella*, *Synedra*, *Melosira* dominant dans les eaux à pH basiques. En revanche, l'abondance de la classe des *Chlorophyceae* est due au pH acide qui favorise leur croissance [16]. Par exemple, le taxon *Scenedesmus* se développe en milieu légèrement acide. Ce genre reflète la capacité d'adaptation dans des milieux alcalins.

Nos résultats confirment cette constatation surtout dans la station Os₁ (pH = 8.13) où un nombre considérable de ce genre a été retrouvé (100 ind/ml). Cependant, l'hypothèse posée, quant à l'influence du pH sur l'abondance des microalgues, reste à vérifier sur des échantillons de grandes tailles [7].

3.4 Evaluation de la pollution organique selon l'indice de Palmer

Le tableau 3 montre les valeurs de l'indice de pollution de Palmer. Parmi les 20 genres qui ont été présentés par Palmer [4] comme bioindicateurs de la pollution organique, nous en avons recensé 15 dans les deux milieux étudiés.

Le tableau 3 montre aussi, que les résultats ne sont pas identiques dans les différents sites de prélèvement de l'Oued "Bounamoussa", indiquant différents niveaux de pollution organique. La station de Ben M'Hidi (B₁) montre un score supérieur à 15 d'où une pollution moyenne. Par contre, les deux stations d'Asfour (B₂) et Bouhadjar (B₃) sont caractérisées par une faible pollution avec des indices de 3 et 8 respectivement.

Les indices de pollution de l'Oued "Bounamoussa" peuvent être concluants, du fait que l'eau de "Asfour" subit une pré-décantation due à son faible écoulement avant d'être polluée dans la région de Ben M'Hidi.

Quant au Lac, nous avons enregistré au niveau des stations Os₁ et Os₃ des indices de 14 et 15, ce qui signifie qu'ils sont proches d'une pollution moyenne. Dans la station Os₂ la pollution est moyenne (17) mais se rapproche du seuil d'une forte pollution organique. Les indices sont élevés, parce que l'eau est stagnante et reçoit tous les déchets y compris les eaux usées de la commune. En plus, ces eaux sont peu profondes.

La figure 3 présente les valeurs de l'indice de pollution organique des stations prospectées au niveau des deux sites étudiés.

Selon l'échelle de Palmer [4], on note que les indices de pollution l'Oued "Bounamoussa" ne dépassent pas le score 15, ce qui indique que ce site est en dessous du niveau de la pollution organique.

Pour le Lac des "Oiseaux", on note une pollution moyenne due essentiellement à sa localisation près d'une agglomération, caractérisée par une grande activité humaine, une grande circulation routière et un milieu favorable aux oiseaux migrateurs qui rendent le milieu pollué.

Tableau 3. Genres de microalgues tolérants à la pollution (Indice de pollution de Palmer dans l'ordre décroissant) trouvés dans les échantillons des eaux de l'Oued "Bounamoussa" et du Lac des "Oiseaux".

Genre	Indice de pollution (Palmer, 1969)	Oued Bounamoussa			Lac des Oiseaux		
		B ₁	B ₂	B ₃	Os ₁	Os ₂	Os ₃
<i>Euglena</i>	5	+ (5)	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	5	-	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i>	4	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	4	-	-	+ (4)	+ (4)	+ (4)	+ (4)
<i>Chlorella</i>	3	+ (3)	-	-	-	+ (3)	-
<i>Navicula</i>	3	+ (3)	-	-	+ (3)	+ (3)	+ (3)
<i>Nitzschia</i>	3	-	-	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus</i>	2	-	-	-	-	-	+ (2)
<i>Phacus</i>	2	-	-	-	+ (2)	+ (2)	-
<i>Stigeoclonium</i>	2	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i>	2	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (2)
<i>Anacystis</i>	1	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)
<i>Closterium</i>	1	-	-	-	+ (1)	+ (1)	+ (1)
<i>Cyclotella</i>	1	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema</i>	1	+ (1)	-	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)
<i>Lepocinclis</i>	1	+ (1)	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i>	1	-	-	-	-	-	-
<i>Micractinium</i>	1	-	-	-	-	-	-
<i>Pandorina</i>	1	-	-	-	-	-	-
<i>Phormidium</i>	1	-	-	-	-	-	+ (1)
Total		16	3	8	14	17	15

(+) : Présence et (-) : Absence

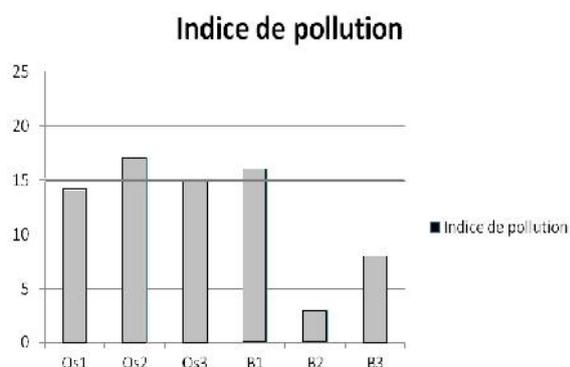


Figure 3. Indice de pollution organique calculé au niveau des stations étudiées.

La distribution des classes des microalgues au niveau du Lac des "Oiseaux" montre la dominance des *Chlorophyceae* (40 %) et des

Cyanophyceae (36 %) malgré sa pollution organique (Indice = 15). Nos résultats ne confirment pas ceux de Saikia *et al.* [3] qui ont remarqué que les stations polluées sont dominées par les *Euglenophyceae* et les *Cyanophyceae*, les *Chlorophyceae* sont par contre fréquentes dans les milieux peu pollués.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Pour évaluer l'état de salubrité des cours d'eau, le suivi environnemental des eaux consiste à utiliser différents outils basés sur des mesures physiques, chimiques ou biologiques, permettant de déterminer la nature des perturbations qu'un cours d'eau peut subir. L'approche physico-chimique est largement utilisée depuis que l'on s'intéresse au suivi environnemental des cours d'eau et des lacs.

Dans ce travail préliminaire, nous avons essayé d'utiliser les microalgues comme des bioindicateurs du degré de salubrité selon l'indice de pollution organique de Palmer [4] dans deux sites d'échantillonnage concernant une eau courante (Oued "Bounamoussa") et une eau stagnante (Lac des Oiseaux).

Selon les résultats obtenus, les taxons pouvant être utilisés comme indicateurs de la qualité de l'eau selon l'indice de pollution organique de Palmer [4] sont: *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Navicula*, *Synedra*, *Melosira*, *Gomphonema*, *Cyclotella*, *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*, *Microcystis*, *Phormidium* et *Ankistrodesmus*.

Il en découle que l'Oued "Bounamoussa" possède une faible contamination organique, alors que le Lac des "Oiseaux" présente une contamination organique proche du seuil d'une forte pollution.

L'usage des bioindicateurs constitue un instrument d'investigation irremplaçable dans le domaine de la recherche sur la pollution en général et en particulier dans la conservation des écosystèmes aquatiques. La bio-indication par les microalgues est donc, un complément indispensable aux analyses physico-chimiques.

En perspective, une étude approfondie couvrant toutes les saisons de l'année reste indispensable pour déterminer les effets des paramètres liés aux conditions climatiques des saisons sur la densité microalgale.

REFERENCES

- [1] Garrec J.P. & Van Haluwyn C., 2002. Biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Ed. Tec et Doc. 117p.
- [2] Hamada S., Dakki M., Fakhaoui M. & Elgbani M.A., 1996. Typologie spatio-temporelle et valeurs indicatrices des algues benthiques de l'Oued Boufakrane (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique* (Rabat), (20), 155-162.
- [3] Saikia M.K., Kalita S. & Sarma G.C., 2010. Indices algaux pour évaluer la pollution causée par l'usine de papiers d'Elenga Beel (Wetland) Assam (Inde). *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*, Vol. 1(4), 815-821.
- [4] Palmer C. M., 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. *Journal of Phycology*, Vol. 5 (1), 78-82.
- [5] M.A.D.R., Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural - Direction Générale des Forêts, 2003. Fiche descriptive sur les zones

humides Ramsar « La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux, Wilaya d'El Tarf ». 5p.

- [6] Druart J.C., Robert M. & Tadonleke R., 2005. *In*: Amri S., Branes Z. & Oudra B., 2010. Inventaire des cyanobactéries potentiellement toxiques dans la tourbière du Lac noir « Parc National d'El-Kala » (Algérie). *Revue Microbiologie Industrielle Santé et Environnement*, Vol. 4(1), 49-68.
- [7] Amri S., Branes Z. & Oudra B., 2010. Inventaire des cyanobactéries potentiellement toxiques dans la tourbière du Lac noir « Parc National d'El-Kala » (Algérie). *Revue Microbiologie Industrielle Santé et Environnement*, Vol. 4(1), 49-68.
- [8] Bourrelly P., 1985. Les algues d'eau douce, les algues bleues et rouges. Vol III Boubée. Eds, Paris. 606p.
- [9] Brientl L., Legeas M., Leitat O. & Peiger P., 2004. Etude interrégionale grand Ouest sur les cyanobactéries en eau douce. Rapport Université de Rennes ; Bi- Eau, ENSP, 49p.
- [10] Anonyme, 2004. Jeu de fiches descriptives des espèces végétales exotiques et indigènes susceptibles de proliférer dans le bassin Artois-Picardie (France): Les espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques. Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées, Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables Tiphaine Saint-Maxent (France) (2001-2002). 22p.
- [11] Roux M., Servant-Vildary S. & Servant M., 1991. Inferred ionic composition and salinity of a Bolivian Quaternary Lake as estimated from fossil diatoms in the sediments. *Hydrobiologia*, Vol. 210 (1-2), 3-18.
- [12] Sylvester F., Servant-Vildary S. & Roux M., 2001. Diatom based ionic concentration and salinity models from the South Bolivian Altiplano. *Journal of Paleolimnology*, Vol. 25, 279-295.
- [13] Collectif, 1997. Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique, *In*: Les études de l'Agence de l'eau (France), n°68. 199p.
- [14] Gayral P., 1975. Les algues : Morphologie, Cytologie, Reproduction et Ecologie. Ed. Doin. 166p.
- [15] Carlsson P. & Granéli E., 1999. Effects of N:P: Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea II: Phytoplankton species composition. *Aquatic Microbial Ecology*, Vol. (18), 55-65.
- [16] Reyssac O., 1970. Phytoplancton et production primaire au large de la Côte-d'Ivoire, *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, Série A*, Vol. 32 (4), 869-981.