

IMPACT DE LA POLLUTION INDUSTRIELLE SUR UN ECOSYSTEME LACUSTRE : DETERMINATION DES BIO ACCUMULATEURS

Reçu le 30/09/2010 – Accepté le 19/06/2011

S. AHRIZ , D. NEDJRAOUI , N. SADKI

Laboratoire d'écologie végétale, F.S.B – U.S.T.H.B, BP 32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

E-mail: safiahriz@yahoo.fr

Résumé

L'étude rentre dans le cadre du plan d'action antipollution du lac de Réghaia. L'évaluation de la pollution dans les eaux, mesurée par des paramètres physico-chimiques nous a permis d'identifier la nature des polluants et l'intensité de la pollution. Au rythme des différents rejets observés l'effet de dilution ne pourra suffire pour le maintien du pseudo-équilibre physico-chimique et biologique du lac. Les résultats de cette étude permettront de déterminer l'influence de cette pollution sur l'écosystème et de faire ressortir les bioindicateurs de pollution dans un but de restauration du lac par des moyens écobologiques.

Mots clés : *Environnement – Pollution – Biodiversité*

Abstract

The study falls within the framework of the action plan pollution of Lake Rehaia. The evaluation of pollution in the water, measured by physico-chemical parameters allowed us to identify the nature of pollutants and pollution intensity. The rhythm of different discharges observed dilution effect will be sufficient to maintain the pseudo-equilibrium physico-chemical and biological lake. The results of this study will determine the impact of this pollution on the ecosystem and highlight the bioindicators of pollution for the purpose of restoring the lake eco-biological means.

Keywords : *environment, Pollution, biodiversity*

ملخص

الدراسة يندرج ضمن إطار العمل تلوث بحيرة رغايا خطة. يسمح تقييم التلوث في المياه، ويقاس الفيزيائية والكيميائية المعلمات لنا للتعرف على طبيعة الملوثات وكثافة التلوث. لاحظ إيقاع مختلف التصريف تأثير التخفيف ستكون كافية للحفاظ على التوازن شبه الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية البحيرة. فإن نتائج هذه الدراسة تحديد أثر هذا التلوث على النظام البيئي وتسلط الضوء على bioindicators التلوث لغرض استعادة للبيئة البيولوجية وسائل البحيرة

الكلمات المفتاحية : *المحيط – التلوث – التنوع البيولوجي*

L'étude que nous présentons entre dans le cadre d'action « antipollution » du lac de Réghaia qui est partiellement alimenté à partir de la nappe d'eau de la Mitidja. Ce lac, partiellement alimenté à partir de la nappe d'eau de la Mitidja, est considéré comme un site d'importance internationale car il constitue le dernier vestige de l'ancienne Mitidja. Il reste actuellement la seule zone humide de la région biogéographique de l'Algérois, permettant ainsi de jouer un rôle d'étape pour les oiseaux migrateurs après leur traversée de la Méditerranée

En tant que plan d'eau naturel, le lac de Réghaia a une vocation multiple, mise en évidence par :

- Le centre cynégétique implanté sur une de ses berges.
- La station de pompage d'eau utilisée pour l'irrigation des vergers et des potagers riverains.

Par ailleurs, le lac sert de collecteur et de réservoir de pollutions diverses, provenant d'une part des déchets industriels et urbains et d'autre part des eaux traversant les terres agricoles engendrant un lessivage d'engrais et de pesticides. Dans sa partie amont principalement, des études antérieures, portant sur l'évaluation de quelques paramètres de pollution, ont montré que le lac a dépassé le seuil de pollution admissible. Les fortes teneurs en polluants ne peuvent être intégralement imputées à l'usine de détergents. Elles sont dues, également, aux rejets des eaux domestiques des agglomérations environnantes. Les teneurs en phosphates mesurées dans le lac dépassent de beaucoup les normes usuellement prises comme références et de ce fait, dénoncent une évolution rapide des écosystèmes vers une eutrophisation [1].

Les objectifs de cette étude seraient de déterminer l'influence de cette pollution sur l'écosystème, en particulier sur le changement de la végétation et de faire ressortir les bio- indicateurs de pollution.

MATERIEL ET METHODE : Le cadre d'étude

Le lac de Réghaia, réserve naturelle inscrite sur la liste de Ramsar en novembre 2002 lors de la huitième conférence des parties contractantes à Valence en Espagne[2], se trouve à environ 30Km d'Alger sur le littoral Est. Il correspond à l'estuaire de l'Oued Réghaia dont l'embouchure est barrée par un cordon dunaire. Aujourd'hui, ces dunes sont doublées, sur quelques 600m en aval, d'une digue artificielle qui retient le lac permanent. La réserve abrite un plan d'eau d'une superficie de 75 ha [3].

Cette réserve s'étendant sur une superficie d'environ 842 ha est classée par rapport à la biogéographique de l'Algérie dans :

- La région Méditerranéenne
- Le domaine Maghrébin Méditerranéen
- Le secteur Algérois
- Le sous secteur littoral

Le site est non seulement un réservoir d'eau mais aussi un réservoir de biodiversité remarquable, il représente un patrimoine faunistique et floristique composé de plus de 230 espèces d'oiseaux sédentaires et de 233 espèces végétales peuplant la réserve [4,5].

Le lac, réceptacle direct des eaux urbaines, industrielles et agricoles reçoit quotidiennement environs 80 000m³ d'eau polluée par jour.

Les concentrations des polluants, conséquence des divers rejets (industriels, urbains et agricoles) ont dépassé les normes internationales admises [6].

Méthodologie d'étude

Prélèvements mensuels d'échantillons d'eau du lac

Notre échantillonnage a porté sur deux modes de prélèvements :

L'un suivant un gradient d'amont vers l'aval du lac, du rejet vers la digue. L'autre suivant un gradient de profondeur, correspondant à des prélèvements en surface, au milieu et au fond. Les paramètres physiques mesurés sont la température, le pH, la conductivité, les M.E.S et la turbidité. Les analyses chimiques ont porté sur les bicarbonates, le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, les chlorures, les sulfates les nitrates, les phosphates, l'ammonium et l'azote ammoniacal. Les critères de pollution organique déterminés sont l'oxygène dissous, les matières organiques, la demande chimique en oxygène et la demande biochimique en oxygène. Les éléments métalliques et toxiques qui ont été analysés sont les métaux lourds (Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Cd) et les substances chimiques toxiques contenues dans l'eau.

Tableau 1 : Les points de prélèvements

Stations	Description de la station
Station I	-Située en amont du lac près des rejets -1m de profondeur -Prélèvement de surface.
Station II	-Située au centre du lac -6m de profondeur -3 points de prélèvement : • En surface • A 3m de profondeur • A 6m de profondeur
Station III	-L'aval du lac près de la digue. -1m de profondeur -Prélèvement de surface

Echantillonnage de la végétation du lac de Réghaia

Le but de notre étude étant de montrer l'impact de la pollution du système lacustre sur la végétation, nous avons effectué des relevés de végétation tous les 200m, le long d'un gradient de pollution, de l'amont jusqu'à la digue et ce, sur les deux rives du lac. Les points des relevés correspondent aux points d'échantillonnage des eaux présentés sur la figure 1.



Figure 1 : Dessin schématique des stations d'échantillonnage, eau et végétation

Chaque station échantillonnée comporte deux relevés : l'un réalisé au niveau des berges immédiates du lac et l'autre au niveau du versant.

Pour le choix des relevés nous avons adopté la conception de GOUNOT [7], selon laquelle « l'emplacement du relevé est choisi subjectivement, de manière à ce qu'il soit homogène et représentatif d'une unité de végétation » L'échantillonnage a été réalisé au cours du mois de Mai

Des échantillons des espèces végétales ont été broyés, minéralisés et analysés pour essayer de voir l'accumulation des différents éléments au niveau des feuilles.

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse des eaux

Le tableau 2 montre les résultats de l'analyse des eaux du lac prélevées au mois de Mai 2005

Date prélèvement : 08/05/2005
Température de l'air : 26 °C

Les eaux du lac sont très pauvres en oxygène dissous ; ces résultats doivent avoir des conséquences néfastes sur le fonctionnement de l'écosystème lacustre.

Ces résultats sont également caractéristiques d'une consommation importante en oxygène dissous, donc révélateurs de la présence de pollution organique des eaux du lac.

Selon les campagnes de prélèvement, la température des eaux du lac de Réghaia est très variable ; elle est inférieure à 16°C en hiver, atteint 19°C au printemps et augmente jusqu'à 24°C en mois de Mai. Une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs [8]. Ce phénomène est réellement constaté au niveau du lac de Réghaia en mois de Mai.

Nous remarquons que le pH des eaux est proche de la neutralité, ce qui montre que le lac est un milieu favorable pour le développement des organismes vivants.

Les valeurs maximales de la conductivité électrique sont constatées au mois de Mai, ceci est du à l'augmentation de la température qui favorise la mobilisation des ions.

Les matières en suspension provenant des effluents sont entraînées par l'écoulement des eaux vers les fonds du lac et c'est ce qui se passe au niveau de la station II, située, au milieu du lac où la teneur en M.E.S à 6 m de profondeur atteint (353 mg/l) ce qui est vérifié par les valeurs de la turbidité.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une importante accumulation de bicarbonates au niveau des stations de prélèvement (412 à 433mg/l), avec des proportions légèrement élevées en profondeur. La teneur élevée en bicarbonates peut être expliquée par la dissolution du calcaire du sol pendant les fortes pluies.

Les eaux du lac sont riches en calcium et magnésium (104 et 13 mg/l) en raison de la nature géologique de terrains traversés par les cours d'eau et ont également une origine industrielle.

Les teneurs en sodium et potassium (212 et 13mg/l) dans les eaux du lac de Réghaia sont importantes. Le sodium provient de la lixiviation des formations géologiques contenant des chlorures de sodium, de la décomposition des sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium, de l'infiltration d'eau salée dans les nappes phréatiques, mais également de divers usages industriels (industrie de la soude).

Tableau 2 : Résultats d'analyse

Eléments analysés	Station I (en amont)	Station II (milieu du lac)			Station III (en aval)
		en surface	à 3 m de profondeur	à 6 m de profondeur	
T°C	24	24	22	23	24
O ₂ dissous mg/l	2.00	2.60	1.90	2.20	2.00
pH	8.14	8.10	8.20	8.10	8.10
Conductivité s/cm	1.95	1.96	1.94	1.96	1.94
Turbidité EB NTU ED	5.59	3.90	4.05	5.67	3.73
	3.63	3.27	3.50	4.44	3.24
M.E.S mg/l	349	353	349	353	349
Ca ²⁺ mg/l	102	104	-	104	103
Mg ²⁺ mg/l	53	55	-	53	52
Na ⁺ mg/l	208	210	-	212	208
K ⁺ mg/l	13.00	12.51	-	12.05	10.94
Cl ⁻ mg/l	340	338	-	341	331
SO ₄ ²⁻ mg/l	140	150	-	160	141
HCO ₃ ⁻ mg/l	413	412	-	433	415
NO ₃ ⁻ mg/l	0.00	0.00	-	0.00	0.00
NO ₂ ⁻ mg/l	0.00	0.00	-	0.00	0.00
M.O mg/l	20.00.	16.00	-	20.80	18.40
PO ₄ ³⁻ mg/l	6.07	5.82	-	4.87	5.94
NH ₄ ⁺ mg/l	1.94	1.95	-	1.94	1.96
Nkjeldahl mg/l	50.25	51.95	-	52.55	50.35
NNH ₄ mg/l	48.05	49.65	-	47.10	42.10
DCO mg/l	47	-	-	53	39.50
DBO ₅ mg/l	5.50	4.50	-	2.50	5.50
Toxicité	N toxique	N toxique	N toxique	N toxique	N toxique
Fer mg/l	0.093	0.090	-	0.099	0.090
Mn mg/l	0.0227	0.0234	-	0.0239	0.0229
Cu mg/l	0.009	0.010	-	0.101	0.004
Zn mg/l	0.023	0.014	-	0.126	0.01
Cd mg/l	0.00	0.005	-	0.007	0.001
Cr mg/l	0.00	0.00	-	0.00	0.00

La pollution par le potassium provient des industries extractives de sel et de potasse avoisinantes.

Les fortes teneurs des chlorures (331 à 341 mg/l) proviennent d'une part des lessivages lors des fortes pluies et d'autre part des eaux usées domestiques et industrielles.

Les sulfates sont également en quantités importantes (140 à 160 mg/l), provenant certainement des usines de détergents, de la tannerie et de l'atelier métallique.

Nous remarquons que le taux en matières organiques est plus élevé en profondeur qu'en surface, car les matières organiques provenant des effluents sont entraînées en profondeur par écoulement des eaux.

La demande chimique en oxygène (DCO) est importante. Le rapport DCO/DBO5 renseigne sur la biodégradabilité de la matière organique, l'augmentation du rapport traduit l'augmentation de la proportion des matières organiques non biodégradables [9].

L'écart entre DCO et DBO nous permet d'apprécier des polluants qui ne sont pas biodégradables en raison de leur structure ou à cause d'un effet inhibiteur.

Si DCO/DBO5 < 2 : indique une eau d'égout souvent ménagère et facilement décomposable.

Si DCO/DBO5 > 2 : indique une eau d'égout industrielle difficilement décomposable.

Dans le lac de Réghaia, les résultats obtenus montrent que le rapport DCO/DBO est très élevé, Ceci confirme la présence d'une grande proportion de matière organique non biodégradable.

Absence des nitrites en période chaude ; ceci est du principalement au déficit de l'oxygène dissous qui provoque une désoxygénation des nitrates. En effet, nous constatons également l'absence des nitrates en période chaude.

En amont du lac, l'ammonium se trouve en quantités très élevées surtout en période chaude, suite à l'apport en matières organiques par les eaux résiduaires.

Le taux d'azote est très élevé dans toutes les stations et pour les différentes campagnes de prélèvement. Les résultats obtenus sont dus également au manque d'oxygène dissous dans le milieu.

On constate une accumulation du taux de phosphate suite à l'apport permanent de cet élément par les eaux résiduaires urbaines et industrielles liées à l'usine de détergent de Réghaia. Ces résultats peuvent avoir des conséquences néfastes sur l'écosystème lacustre, car le phosphate qui est un élément nutritif, favorise la surproduction des algues qui se décomposent par la suite en utilisant l'oxygène du milieu ; il est responsable des mauvaises odeurs et de l'eutrophisation des lacs [10].

Les analyses ont montré l'absence de métaux lourds et d'éléments toxiques au niveau des différentes stations de prélèvement.

Pour déterminer la qualité des eaux du lac de Réghaia, nous avons essayé de classer les résultats des analyses par rapport à la grille de la qualité, tableau 3, proposée par l'ANRH (agence nationale des ressources hydriques) [11].

Tableau 3 : Grille de la qualité des eaux par paramètres (ANRH)

Classes de qualité	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Matières minérales				
Calcium (mg/l)	<100	100 - 200	200 - 300	>300
Magnésium (mg/l)	<30	30-100	100 - 150	>150
Sodium (mg/l)	<100	100- 200	200 - 500	> 500
Chlorures (mg/l)	<150	150 - 300	300 - 500	>500
Sulfates (mg/l)	<200	200-300	300 - 400	>400
Matières organiques et oxydables				
Oxygène dissous (mg/l)	>07	07 - 05	05 - 03	≤03
DCO (mg/l)	<20	20 - 40	40 - 50	>50
MO (mg/l)	<05	05 -10	10 - 15	>15
Matières azotées et Phosphatées				
Ammonium (mg/l)	<0,01	0,01 - 0,1	0,1 - 03	>03
Nitrites (mg/l)	<0,01	0,01 - 0,1	0,1 - 03	>03
Nitrates (mg/l)	<10	10 - 20	20 - 40	>40
Phosphates (mg/l)	<0,01	0,01- 0,1	0,1-03	>03
Azote kjeldahl (mg/l)	<02	02 - 03	03 - 10	>10

Légende de la qualité des eaux :

- **Classe I :** eau de bonne qualité, utilisée sans exigence particulière.
- **Classe II :** eau de qualité moyenne, utilisée après un simple traitement.
- **Classe III :** eau de mauvaise qualité, ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé.

- **Classe IV** : eau de très mauvaise qualité, pollution excessive, ne peut être utilisée qu'après traitements spécifiques

En prenant en considération quelques critères indicateurs de pollution : matières organiques, oxygène dissous, azote kjeldhal et les phosphates nous concluons que les eaux du lac de Réghaia sont de très mauvaise qualité et ne peuvent être utilisées qu'après un traitement spécifique.

Identification de la végétation : Le tableau 4 donne une description de la végétation rencontrée sur la rive gauche du lac.

Les relevés réalisés au niveau des berges montrent l'existence de différentes formations végétales dont certaines se répètent ; On note la dominance d'un groupe d'espèces qui se répètent également le long de cette rive telle *Phragmites communis*, *Iris pseudoacutus* et *Tamarix africana*.

Tableau 4 : Liste des espèces rencontrées dans les différentes formations végétales

Lieu du prélèvement	Station 1	Station 2	Station 3
Description	Formation mixte très dense à <i>Typha latifolia</i> et <i>Tamarix africana</i>	Forêt artificielle très dense à <i>Casuarina sp</i>	Formation très dense à <i>Juncus acutus</i> et <i>Typha angustifolia</i>
Relevé de Berge	<i>Typha latifolia</i>	<i>Casuarina sp</i>	<i>Juncus acutus</i>
	<i>Tamarix africana</i>	<i>Typha angustifolia</i>	<i>Typha angustifolia</i>
	<i>Polygonum salicifolium</i>	<i>Tamarix africana</i>	<i>Plantago coronopus</i>
	<i>Ranunculus muricatus</i>		<i>Polygonum salicifolium</i>
	<i>Plantago coronopus</i>		<i>Ferula communis</i>
	<i>Phragmites communis</i>		<i>Trifolium palidum</i>
	<i>Hirschfeldia incana</i>		<i>Cichorium intybus</i>
	<i>Polypogon monspeliensis</i>		<i>Melilotus infesta</i>
	<i>Rumex pulcher</i>		<i>Bromus hordaceus</i>
	<i>Lythrum junceum</i>		<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Ranunculus macrophyllus</i>		<i>Polypogon monspeliensis</i>
	<i>Bromus hordaceus</i>		<i>Anthemis maritima</i>
	<i>Scrofularia canina</i>		<i>Lythrum junceum</i>
	<i>Lolium multiflorum</i>		<i>Rumex pulcher</i>
	<i>Poa trivialis</i>		<i>Centaurea calcitrapa</i>
	<i>Hordeum murinum</i>		<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Geranium dissectum</i>		<i>Trifolium resupinatum</i>
			<i>Eryngium campestre</i>
Description	Limite d'un matorral très clair à <i>Olea europaea</i> et <i>Phragmites communis</i>	Matorral très dense à <i>Olea europaea</i> et <i>Phragmites communis</i>	Matorral très dense à <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Olea europaea</i>
Relevé de Versant	<i>Olea europaea</i>	<i>Olea europaea</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
	<i>Phragmites communis</i>	<i>Phragmites communis</i>	<i>Olea europaea</i>
	<i>Scilla lingulata</i>	<i>Ferula communis</i>	<i>Chamaerops humilis</i>
	<i>Galactites tomentosa</i>	<i>Scilla lingulata</i>	<i>Ferula communis</i>
	<i>Asphodelus microcarpus</i>	<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Asphodelus microcarpus</i>
	<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Asphodelus microcarpus</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>
	<i>Ferula communis</i>	<i>Trifolium compestre</i>	<i>Smilax aspera</i>
	<i>Oxalis cernua</i>	<i>Borago officinalis</i>	<i>Convolvulus althaeoides</i>
	<i>Plantago coronopus</i>	<i>Geranium robertianum</i>	<i>Galactites tomentosa</i>
	<i>Reichardia picroides</i>	<i>Galactites tomentosa</i>	<i>Asparagus acutifolius</i>
	<i>Convolvulus althaeoides</i>	<i>Echium confusum</i>	<i>Pallenis spinosa</i>
	<i>Ranunculus macrophyllus</i>	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Plantago coronopus</i>
	<i>Hedysarum flexuosum</i>	<i>Eryngium campestre</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
	<i>Lythrum junceum</i>	<i>Stachys osymastrum</i>	<i>Rubia peregrina</i>
	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Euphorbia terracina</i>	<i>Carthamus lanatus</i>
	<i>Stachys ocymastrum</i>	<i>Ononis monophylla</i>	<i>Trifolium campestre</i>
	<i>Lavatera trimestris</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Torilis nodosa</i>
	<i>Bromus hordaceus</i>	<i>Scolymus grandiflorus</i>	<i>Euphorbia peplus</i>
	<i>Torilis nodosa</i>	<i>Bromus macrostachys</i>	<i>Eryngium campestre</i>

Les relevés de végétation réalisés au niveau des versants montrent l'existence de plusieurs formations, matorral et maquis qui sont des milieux très pénétrés par l'homme. Elles présentent une dominance des espèces telles *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus* et *phyllirea angustifolia*.

Résultats des analyses chimiques de la végétation

En comparant les pourcentages des éléments nutritifs dans toutes les espèces des berges avec ceux du maquis, on remarque que les espèces (*Typha latifolia*, *Iris pseudocorus*, *Juncus acutus*, *Phragmites australis* et *Arundo donax*) ont un pouvoir bio accumulateur vis-à-vis de certains éléments nutritifs ce qui fait que ces macrophytes résistent à des pollutions organiques extrêmes.

En effet, nous constatons que les pourcentages en chlorures sont très élevés pour toutes les espèces avec des valeurs plus importantes en amont par rapport à l'aval atteignant les 73.33% pour l'*iris pseudocorus* et 61.07% pour *Arundo donax*. Ceci confirme que l'apport des chlorures n'est pas du seulement aux infiltrations des eaux de mer, mais aussi aux rejets industriels.

Les teneurs en sulfates atteignent 41.5% (*Iris pseudocorus*), ils sont généralement d'origine industrielle (détergents) et proviennent aussi de la décomposition de la matière organique.

En comparant les espèces entre elles, nous constatons que *Iris pseudocorus* est l'espèce qui concentre généralement le plus d'éléments nutritifs (73.33% de chlorures, 5.7% de phosphates). Sa présence en amont du lac près des rejets (station 1) prouve sa résistance aux fortes concentrations de polluants.

L'azote total est de 4.56% dans la partie racinaire de *Juncus acutus* (station 1). Les sulfates atteignent 50.5% dans la partie racinaire de *Phragmites australis* (station 1).

Nous pouvons conclure ainsi que chaque espèce a une préférence vis-à-vis de certains polluants en raison de la spécificité biogéochimique des espèces.

CONCLUSION

L'évolution de la pollution des eaux du lac de Réghaia, mesurée par des paramètres physico-chimiques nous a permis d'identifier la nature des polluants et l'intensité de la pollution.

Les eaux du lac se sont révélées être de très mauvaise qualité. Le lac renferme des quantités importantes de matières en suspension, ce qui empêche la pénétration de la lumière.

La décomposition de la matière organique provoque une diminution de l'oxygène dissous, ce qui permet une colonisation par des espèces peu exigeantes en oxygène. L'enrichissement des eaux du lac de Réghaia en matières nutritives entraîne des changements tels que une production plus élevée d'algues, de macrophytes et la dégradation de la qualité de l'eau.

Cette eutrophisation provoque la disparition des espèces polluosensibles et le développement spectaculaire des espèces polluo-résistantes qui s'installent et occupent les espaces laissés libres.

Les macrophytes existant sur les berges du lac (*phragmites australis*, *Arundo donax*, *Typha latifolia*, *juncus acutus* et *Iris pseudo-acorus*) jouent un rôle important dans la surcharge en matière organique, elles sont capables d'absorber et de concentrer des quantités importantes de nutriments tout en ayant une préférence vis-à-vis de certains éléments.

Ces espèces bio-indicatrices d'accumulation ont un pouvoir épurateur, elles sont utilisées dans les traitements des eaux car elles sont tolérantes aux conditions chimiques extrêmes.

Les eaux du lac de Réghaia étant de très mauvaise qualité et la dégradation de l'écosystème étant de plus en plus accrue, exigent une épuration qui peut éviter le comblement et la pollution irréversible des eaux.

Pour y remédier, nous proposerons une restauration du lac par un traitement des eaux : il s'agit d'une épuration primaire en amont qui est considérée comme une filtration naturelle des eaux résiduaires, grâce à une action combinée des supports bactériens et des plantes aquatiques.

Nous proposons aussi une épuration secondaire représentée par un traitement biologique sur des lits bactériens qui transforment les matières organiques polluantes en matières minérales stables (nitrates, phosphates, carbonates), mais aussi par une agitation et une aération des eaux, car le problème du dysfonctionnement observé au sein du lac est lié à un manque d'oxygène.

Une épuration tertiaire concernera la fixation et l'accumulation des éléments nutritifs par les macrophytes ; la variété la plus utilisée est *Le phragmites australis* en raison de sa vitesse de croissance, de son développement racinaire et de sa résistance aux conditions de saturation du sol. La plantation peut se faire à l'aide de graines, de jeunes pousses ou de rhizomes.

Un suivi régulier de la qualité du plan d'eau et de la végétation est indispensable afin d'en déceler les évolutions, de vérifier l'efficacité de ce traitement et de pouvoir prendre des mesures nécessaires à l'optimisation de la gestion.

REFERENCES

- [1] GAUJOUS D., 1995. – La pollution des milieux aquatiques. 2^{ème} Ed, Paris, 200 p.
- [2] Ministère de l'agriculture., 2002. – Atlas des 26 zones humides Algériennes d'importance internationale. Direction générale des forêts, Algérie, 89 p.
- [3] Ministère de l'agriculture., 2001. – Fiche descriptive sur les zones humides RAMSAR. Centre cynégétique de Réghaïa. Direction générale des forêts, Algérie, 40 p.
- [4] BOUKHALFA D ., 1991. – Contribution à la connaissance de l'intérêt ornithologique des oiseaux d'eau et écologique du marais de Réghaïa. Thèse. Mag. INA, Alger, 126 p.
- [5] QUEZEL P. et SANTA S. ; 1962. – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales. Ed. Doin, Paris, 1170 p. (Tome I et II).
- [6] RODIER J., 1984.-L'analyse de l'eau .Vol 2.5^{ème} Ed. Dunod ,Paris,1080p.
- [7] GOUNOT M., 1969. – Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Ed .Masson, 314 p.
- [8] RODIER J. ; 1996-L'analyse de l'eau. Vol 1.5^{ème} Ed. Dunod, Paris,629p.
- [9] BOUNTOUX J., 1993-Introduction à l'étude des eaux douces.Ed. Tect et Doc,Paris,169p.
- [10] BOUNTOUX J.,1993-Introduction à l'étude des eaux douces. Ed. Tect et Doc,Paris,169p.
- [11] OUNIS L., 2001. – Rapport technique de la qualité de l'eau et bathymétrie du barrage de Réghaïa. Ministère des ressources en eau, ANRH/GTZ, 26 p.

