

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Sciences
Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme de Master en Biologie
Spécialité : Biodiversité et Environnement

Thème :

Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du lac de Réghaia période (1993-2018)

Présenté par :

***KEBABI Hadjira * BELERHMI Soucene * KECHNIT Nassima**

Soutenu le 19/11/2020 devant le jury composé de :

M_r LATRECHE K.

MCB (UMBB)

Président

M_r HARITI M.

MAA (UMBB)

Promoteur

M_{me} BENHABILES K.

MAA (UMBB)

Examinatrice

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciement

Nous remercions tout d'abord le dieu le tout puissant de la force et la patience qu'il nous accordé.

*Nous remercie chaleureusement notre encadreur **Mr. HARITI Mhamed** pour nous avoir guidées durant la réalisation de ce travail.*

*Nous remercierons également les membres de jury tout d'abord **Mr LATRECHE** et **Mme BENHABILES** qui nous on a fait l'honneur de juger notre travail.*

Nous sommes redevables à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation durant ces cinq dernières années.

*Nous voulons exprimer nos remerciements et notre gratitude à toutes les personnes de Centre Cynégétique de Réghaïa surtout **Mr.Sayour,***

Mr. Aba** et **Mme Fatiha.

Un remerciement particulier à nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches amis, qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de notre démarche.

Merci à toutes les personnes qui nous ont accompagnés de près ou de loin dans ce parcours de formation.

A la fin une pensée particulière est adressée à l'ensemble des enseignants du département de SNV, qui nous ont procuré une formation honorable.

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce mémoire.

Je dédie ce modeste travail avec toute l'ardeur de mes sentiments à :

Mon très cher père et la millième et la plus chère maman Que dieu vous protège et vous garde pour nous, pour leurs soutien moral pour l'amour qu'ils m'ont porté et pour leurs sacrifice,

Je vous aime tellement

*Mes très chères sœurs **Hafidha** et **Ouiza**.*

*Mes très chères frères **Farhat** et **Mahdi**, merci de votre soutien en tout genre, que Dieu renforce et la petite **Rokaia***

*A l'amour de ma vie mon mari **Moussa***

merci de ton soutien en tout genre, que Dieu renforce

*A toute ma famille «**Kebabi**» et «**Benfetoum**»*

*A **Soucene** et **Nassima** avec qui j'ai partagé ce travail.*

*A toute mes amies surtout mes amies de résidence universitaire **Noura**, **Soumia**, **Hanane**, **Sara** et **Salha***

*et **Esmâ**, **Wassila**, **Salima** pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

Nos liens et vous donne courage et chance pour vos perspectives d'avenir

Puisse ce travail vous serve de source d'inspiration

Aussi à toutes les personnes qui m'ont aidée de près ou de loin dans la Réalisation de ce travail.

Ma très belle patrie l'Algérie, Et à tous les enseignantes qui ont contribué à ma formation, qu'ils veuillent trouver ici, l'expression de ma profonde gratitude.

Kebabi Hadjira

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce mémoire.

Je dédie ce modeste travail avec toute l'ardeur de mes sentiments à :

*Mon père et ma très chère **maman** Que dieu vous protège et vous garde pour nous, pour leur soutien moral pour l'amour qu'ils m'ont porté et pour leurs sacrifices*

*A mon frère : **Mohamed ihab** Et mes chers sœurs : **Salma, Teldja** et son fils : **Salah Eddine***

*Et ma petite princesse : **Nihad***

*A mon oncle **Abdelkarim** qui a été un vrai soutien morale tout au long mon parcours scolaire et universitaire*

*A tous mes oncles et mes tontons et toute la famille « **Belerhmi** »*

*A **Hadjira, Nassima**, avec qui j'ai partagé ce travail.*

A tous mes collègues et mes amis sans exception

Avec tous mes sentiments de reconnaissance et de Gratitude

J'espère avoir été à la hauteur de toutes vos espérances

Belerhmi Soucene

Dédicace

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Tout d'abord, nous remercions notre encadreur Hariti M

Qui a accepté de nous encadrer, Nous remercions également, tous les enseignants, qui nous ont donné la base de la science, Tous les travailleurs au sac de Reghaia

Je remercie ma chère mère de m'avoir aidé dans mes études, ainsi que mon mari Med Kadi Je dédie ce succès à tous mes frères, ma seule sœur, Lina, et mes enfants,

Soundous et Feras.

Je dédie ce succès à mon père, que Dieu ait pitié de lui, et je lui dis

(J'ai réussi, papa)

Kechnit Nassima

Liste des figures

figures	Titres	page
Figure1	Situation géographique du Ramsar La Réserve Naturelle du lac de Réghaïa	08
Figure2	Vue du lac de Réghaïa	09
Figure3	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Réghaïa en 2016	17
Figure4	Climagramme d'Emberger de la région de Réghaïa (2007 -2016)	19
Figure5	Variation de la température des eaux du lac de Réghaïa durant la période (1993-2018)	36
Figure6	Variation de la température des eaux du lac de Réghaïa durant la période (1993-2018)	37
Figure7	Variation de la conductivité électrique des eaux du lac de Réghaïa durant la période (1993-2018)	38
Figure8	Variation de l'oxygène dissous des eaux du lac de Réghaïa durant la période 2005-2017	39
Figure9	Variation de la DBO des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018	40
Figure10	Variation de la DCO des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018	41
Figure11	Les variations de rapport DCO/ DBO5 des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018	42
Figure12	Variations de l'azote ammoniacal du lac de Réghaïa durant la période 1993- 2017	43
Figure13	Variations des nitrites du lac de Réghaïa durant la période du 1993-2018	44
Figure14	Variations des nitrates du lac de Réghaïa durant la période du 1993 -2018	45

Figure15	Variations de NTK du lac de Réghaia durant la période du 1993-2012	46
Figure16	Variation d'Orthophosphate du lac de Réghaïa durant la période 1993-2017	47
Figure17	Variations de rapport N/P du lac de Réghaïa durant la période 1993-2017	48
Figure18	Variation de la matière en suspension des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018	49
Figure19	Les variations de Sodium du lac de Réghaïa durant la période 2005-2012	50
Figure20	Variation des Chlorures du lac de Réghaïa durant la période 2005-2018	51
Figure21	Variation de Calcium du lac de Réghaia (2005-2018)	52
Figure22	Variation de Magnésium du lac de Réghaia (2005-2018)	52
Figure23	Les variations des métaux lourds du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018	53

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
pH	Potentiel d'hydrogène
CE	Conductivité électrique
MES	Matières en suspension
NO₂	Nitrites
NO₃-	Nitrates
NTK	L'azote total Kjeldahl
PO₄	Orthophosphate
N/P	Le rapport azote/phosphore
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
MO	Matières organiques
M E S	Matières en suspension
Cl-	Les Chlorures
Hg	Le mercure
Pb	Le plomb
Cd	Le cadmium
Cr	Le chrome
Cu	Le cuivre
Zn	Le zinc
Na	Le sodium
Ca	Calcium
Mg	magnésium
NH₄	L'azote ammoniacal
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydriques

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	page
01	Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de l'année 2016	13
02	Précipitation mensuelles exprimées en mm de l'année 2016.	14
03	Les vitesses moyennes mensuelles du vent exprimé en m/s de l'année 2016	14
04	Humidité relative de la région d'étude exprimée en % durant l'année 2016	15
05	Données climatique de la décennie 2007-2016 de la région d'étude	18
06	Situation des unités industrielles situation publiques privées Opérationnels 66 68 En construction 06 30 structure d'appuis 05 nombre d'emploi 38.612 2 .554 (DERGHAL N, 2010)	24
07.1	Tableau récapitulatif des résultats des paramètres (Température, pH, Conductivité et O ₂ dissous de 1993 à 2018 pour le mois de Mai.	33
7.2	Tableau récapitulatif des résultats des paramètres (DBO, DCO, Nitrates, Nitrites, Azote totale, Ortho-phosphate et MES exprimés en mg/l de 1993 à 2018 pour le mois de Mai.	34
7.3	Tableau récapitulatif des résultats des paramètres (Eléments minéraux (mg/l) et métalliques (µg/l) de 1993 à 2018 pour le mois de Mai.	35

Sommaire

Introduction.....	01
Chapitre 1 : La pollution des eaux	
1.1. Menaces.....	03
1.1.1. Impacts des activités humaines sur la réserve naturelle de Réghaia.....	03
1.1.2. Apports excessifs de matières organiques biodégradables	03
1.1.3. Eutrophisation.....	03
1.1.3.1. Définition.....	03
1.1.3.2. Processus de l'eutrophisation aquatique	04
1.1.3.3. Origine des molécules eutrophisantes.....	05
1.1.3.4. Effets néfastes de l'eutrophisation des eaux	05
1.2. Les facteurs de dégradation de lac de Réghaia.....	06
1.2.1. Pollution d'origine urbaine.....	06
1.2.2. Pollution d'origine industrielle.....	06
1.2.3. Pollution d'origine agricole.....	06
1.3. Action de protection.....	07
Chapitre 2 : Cadre physique	
2.1. Situation géographique.....	08
2.2. Aperçu historique de site.....	09
2.3. Critères de classement du lac de Réghaia dans la convention Ramsar.....	11
2.4. Facteurs abiotiques de la région d'étude.....	11
2.4.1. Facteurs édaphiques de lac de Réghaia.....	11
2.4.1.1. Caractéristiques géologiques.....	11
2.4.1.2. Caractéristiques géomorphologiques.....	12
2.4.1.3. Caractéristiques pédologiques.....	12
2.4.1.4. Caractéristiques hydrologiques.....	12
2.4.2. Facteurs climatiques.....	12
2.4.2.1. Température.....	13

2.4.2.2. Pluviométrie.....	14
2.4.2.3. Vents.....	14
2.4.2.4. Humidité de l'air.....	15
2.4.2.5. Synthèse climatique.....	15
2.4.2.5.1. Diagramme ombrothermique selon BAGNOULS et GAUSSEN.....	15
2.4.2.5.2. Diagramme pluviométrique d'Emberger.....	18
2.3. Facteurs biotiques de la région d'étude.....	20
2.3.1. La flore.....	20
2.3.2. La faune.....	20
2.3.2.1. Oiseaux.....	20
2.3.2.2. Reptiles et amphibiens.....	21
2.3.2.3. Petits mammifères.....	21
2.4. Le contexte écologique et le contexte socio-économique.....	21
2.4.1. Le contexte écologique.....	21
2.4.1.1. Ecosystème marécageux.....	21
2.4.1.2. Ecosystème lacustre.....	22
2.4.1.3. Ecosystème forestier.....	22
2.4.1.4. Ecosystème dunaire.....	22
2.4.1.5. Ecosystème marin.....	23
2.4.2. Le contexte socio-économique.....	23
2.4.2.1. Les activités urbaines.....	24
2.4.2.2. Les activités industrielles.....	24
2.4.2.3. Les activités agricoles.....	25
2.4.2.4. Les activités touristiques.....	25
Chapitre 3 : Généralités sur les paramètres physico-chimiques des eaux naturelles (douces)	
3.1. Température.....	26
3.2. Potentiel Hydrogène (pH).....	26
3.3. Conductivité.....	26
3.4. Oxygène dissous.....	27

3.5. Demande biochimique en oxygène (DBO).....	27
3.6. Demande chimique en oxygène (DCO).....	27
3.7. Le rapport DCO/DBO5.....	28
3.8. L'azote ammoniacal (NH ₄).....	28
3.9. Nitrites NO ₂	29
3.10. Les Nitrates (NO ₃).....	29
3.11. L'azote total Kjeldahl (NTK).....	29
3.12. Orthophosphate (PO ₄).....	29
3.13. Le rapport azote/phosphore (N/P).....	29
3.14. Matières en suspension (M E S).....	30
3.15. Le sodium (Na).....	30
3.16. Les Chlorures (Cl).....	30
3.17. Le calcium.....	30
3.18. Le magnésium.....	30
3.19. Les métaux lourds.....	31
3.19.1. Le mercure (Hg).....	31
3.19.2. Le plomb (Pb).....	31
3.19.3. Le cadmium (Cd).....	31
3.19.4. Le chrome (Cr).....	32
3.19.5. Le cuivre (Cu).....	32
3.19.6. Le zinc (Zn).....	32

CHAPITRE 4 : Suivi des paramètres physicochimiques dans les eaux du lac de Réghaia

4.1. Les résultats des paramètres physico-chimiques.....	33
4.1 Température.....	36
4.2. Potentiel Hydrogène (pH).....	36
4.3. Conductivité électrique (CE).....	37
4.4. Oxygène dissous.....	38
4.5. Demande biochimique en oxygène (DBO).....	39
4.6. Demande chimique en oxygène (DCO).....	40

4.7. Le rapport DCO/DBO5.....	41
4.8. L'azote ammoniacal (NH₄).....	42
4.9. Nitrite (NO₂).....	43
4.10. Le Nitrate (NO₃).....	44
4.11. L'azote total Kjeldahl (NTK).....	45
4.12. Ortho phosphate (PO₄).....	46
4.13. Le rapport N/P.....	47
4.14. Matière en suspension MES.....	48
4.15. Le Sodium.....	49
4.16. Les Chlorures.....	50
4.17. Calcium et magnésium.....	51
4.18. Les métaux lourds.....	52
Conclusion et perspectives.....	55
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction

Introduction

Sur la planète il ya environ 1,4 milliards de m³ d'eau. Cependant, la majeure partie (97%) de cette eau se présente sous forme d'eau salée dans les mers et les océans, elle est difficilement valorisable pour les activités humaines. Des 3% restant (36 millions de km³), plus des $\frac{3}{4}$ constituent les glaciers très peu accessibles. Le $\frac{1}{4}$ restant comprend essentiellement des eaux souterraines (inférieurs à 1% de l'eau totale du globe) et une faible partie sous forme d'eaux de surface contenues dans les lacs et les rivières (soit 0,01% de l'eau de la planète) (**Remini, 2007**).

Les zones humides sont toutes zones de transition entre les systèmes terrestres et aquatique où la nappe phréatique est proche de la surface du sol, ou dans laquelle cette surface est recouverte d'eau peu profonde de façon permanente ou temporaire.

Ce sont des étendues, de marécage de tourbières, d'eau naturelle ou artificielle, permanent ou temporaires où l'eau est stagnante ou courante, douce ou saumâtre eau salée y compris des étendues d'eau marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6m (**RAMSAR, 2012**).

Les zones humides méditerranéennes occupent une superficie estimée à 21000 Km² dont 4700 Km² sont des lagunes côtières, 2800 Km² des lacs doux et marais (**Britton et al., 1993**) et 11600 Km² sont des lacs salés temporaires (**Khaznadar et al., 2009**), elles sont des régulateurs des régimes hydrologiques et des zones de diversité biologique, elles constituent des ressources économiques, scientifiques et récréatives de grandes valeurs qui leur confèrent une place essentiel au sein de la biosphère (**Perillo et al., 2018**).

Or, la superficie des zones humides a régressée d'environ 50% depuis 1900 sous l'influence de diverses pressions anthropiques (**Perennou et al., 2012, Bouahim et al., 2014 ; Bouahim et al., 2015**). En Algérie, la dégradation est causée par le drainage des eaux et leur dessèchement, les changements climatiques et la pollution (**DE Belair, 2005, Belgherbi et al., 2010, Bouldjedri, 2011**).

En effet, elles reçoivent des effluent d'eaux usées industrielles ou ménagères et des eaux de ruissellements chargées en engrais agricoles et en polluants organiques et inorganiques qui augmentent la teneur en matière organique et des nutriments surtout le phosphore et l'azote et modifient les qualités physico-chimiques et microbiologique de l'eau en particulier la réduction de l'oxygène dissout qui génère un environnement anoxique

Introduction

favorisant l'eutrophisation (Cronk et al., 2001, Mainstone et al., 2002, LE Moal et al., 2019). Cependant, de nombreux travaux ont signalé la pollution des barrages, lacs, étangs méditerranéens et algériens en particulier par les éléments à traces métalliques (Oueslati et al., 2010, Bendjama et al., 2014, Abrid et al., 2014, Belabed et al., 2017).

Certains milieux aquatiques algériens sont reconnus d'importance au niveau international comme la zone humide du lac de Réghaia classée sur la liste Ramsar. Elle est caractérisée par une grande diversité éco-systémique dotée d'une richesse biologique inestimable.

Malgré ces avantages, de nombreuses menaces pèsent sur cette zone humide, la détérioration continue de la qualité de l'eau du lac par les déversements de matières solides, chimiques et des rejets des eaux usées des villes, menace de disparition plusieurs espèces animales et végétales protégées, constitue une grande inquiétude (ABA, 2016).

Pour une meilleure compréhension du fonctionnement de ce système lacustre, la présente étude a pour objectif l'exploitation des données et des résultats obtenus au cours des périodes 1993-2018 pour décrire l'évolution de l'état écologique des eaux de surface du lac de Réghaia basé sur les descripteurs physico-chimiques.

Chapitre 1

1.1. Menaces

1.1.1. Impacts des activités humaines sur la réserve naturelle de Réghaia

Hormis l'urbanisation incontrôlée, le tourisme balnéaire, le surpâturage, le braconnage, et les pratiques culturelles inadaptées on notera principalement la pollution des eaux qui est d'origine urbain, industrielle, et agricole, l'effet des activités humaines est susceptible d'influer sur l'équilibre du milieu naturel en eau douce, parfois d'une façon faible et peu perturbatrice et parfois d'une façon importante (Aelb, 2013). Cette influence va tantôt dans le sens d'une la dégradation est provoquée par :

- Les apports excessifs de matières organiques biodégradables
- Les rejets de substances toxiques venant d'industries, des égouts urbains ou de l'utilisation de pesticides en agriculture.
- Les apports excessifs de matières, minérales ou nutriments (nitrates et phosphates) des rejets urbains et industriels et des rejets dispersés ou diffus de l'agriculture.

1.1.2. Apports excessifs de matières organiques biodégradables

L'équilibre biologique est perturbé par l'apport supplémentaire de matières organiques des rejets urbains ou industriels (Aelb, 2013):

- L'activité bactérienne augmente ;
- La consommation d'oxygéné augmente aussi et par conséquent la concentration en oxygéné baisse ;
- Selon la capacité du milieu à se réalimenter on oxygéné, il y une perturbation plus ou moins grave du peuplement piscicole et d'autres espèces vivantes.

1.1.3. Eutrophisation

1.1.3.1. Définition

Selon **Guyarda, (1995)** un écosystème lacustre qui reçoit des apports nutritifs minéraux et organique (trophiques) de l'extérieur (apports allochtones) : apports des affluents, lessivage des sols du bassin versant, chutes de feuilles mortes, apports animaux : insectes et autres, etc.

Se nourrissant de ces nutriments, des communautés (biocénoses) vont se développer : bactéries algues, végétaux supérieurs (macrophytes), plancton, larves d'insectes, vers, mollusques, crustacés, etc, (production autochtone).

L'augmentation de la biomasse de phytoplancton entraîne une augmentation de la production photosynthétique et une diminution de la profondeur de la couche euphotique, ces effets ont également une valeur indicatrice de l'état trophique des lacs. Le terme d'eutrophisation, est devenu synonyme de pollution organique.

Lorsque un lac, une rivière ou finalement la mer reçoivent une eau chargée de nutriments, organismes opportunistes vont profiter de cet apport pour prolifère ; c'est ce qu'on les algues vertes et les cyanobactéries, qui sont des algues nitrophiles demandeuse de beaucoup d'azote d'un peu de phosphore. Les algues sont des organismes simples qui n'ont qu'un seul type de cellule assurant à la foi la photosynthèse et l'assimilation de la matière organique.

Les nitrates sont issus des engrais chimiques et de l'urine des animaux. Les lacs, les rivières sont pollués ; et tout finit à la mer. Les matières organiques sont d'abord absorbées par les algues situées tout en bas de la chaîne alimentaire et qui profitent de cet afflux de nourriture consommation d'oxygène par les algues entraîne l'asphyxie de la faune aquatique, et colmatage des fonds. Cette prolifération algale va s'achever par un pourrissement avec format de matières putrides et toxiques entraînant ainsi une pollution différée ; voire un dégagement gaz toxiques.

1.1.3.2. Processus de l'eutrophisation aquatique

L'eutrophisation des eaux met en jeu une succession de processus de déséquilibre du milieu biologique (**Guyarda, 1995**) :

- L'introduction dans le milieu aquatique d'un excès de nutriment à base d'azote et de phosphore
- La prolifération, induite par le surplus de nutriments, d'algues et de phytoplanctons, en particulier dans la couche supérieure du milieu
- L'augmentation de la turbidité de l'eau qui limite le passage de la lumière. La photosynthèse peut alors s'effectuer que près dans la surface du milieu
- Le dépôt au fond du milieu aquatique du surplus de matière végétale suite à sa mortalité

- La croissance de bactéries hétérotrophes favorisée par la décomposition de la matière végétale morte
- La consommation d'oxygène par ces bactéries, qui provoque une diminution de la concentration d'oxygène dissous dans le milieu
- La mort d'organismes aquatique aérobies (insectes, crustacés, poissons, mais aussi végétaux) dont la décomposition, consommatrice d'oxygène, amplifie le déséquilibre
- L'apparition dans le milieu anoxique de composés réducteurs et de gaz délétères (comme le méthane ou les thiols)
- Les principales molécules responsables de l'eutrophisation des eaux proviennent :
 - Des composés contenant du phosphore
 - Des composés contenant de l'azote
 - Des excès de molécules carbonées ou autres matières organiques, peuvent aussi contribuer à l'eutrophisation.

1.1.3.3. Origine des molécules eutrophisantes

Les polluants responsables de l'eutrophisation des eaux proviennent (**Sayoud, 2017**) :

- De l'agriculture, notamment des épandages agricoles riches en engrais azotés et phosphatés des lisiers provenant des élevages
- De rejets industriels contenant des nitrates, phosphates ou de l'ammoniaque (industries des engrais et agro-alimentaires, de nettoyage)
- Des eaux usées urbaines riche en azote, phosphore (en particulier les poly-phosphates lessives) ou en matière organique non traitée

1.1.3.4. Effets néfastes de l'eutrophisation des eaux

L'eutrophisation des eaux peut avoir plusieurs effets néfastes sur l'environnement, parmi lesquelles on note les principaux (**Sayoud, 2017**) :

- La diminution de la biodiversité animale et végétale dans les milieux aquatiques
- La prolifération de phytoplanctons ou d'algues toxique
- L'envasement rapide d'espaces aquatiques, avec l'apparition de vase putride et malodorante

- Le développement de pathogènes dans l'eau favorisé par la diminution de la pénétration des UV qui ont un pouvoir désinfectant
- La dégradation des qualités organoleptiques de l'eau (aspect, couleur, odeur, saveur)

1.2. Les facteurs de dégradation de lac de Réghaia

Le lac, réceptacle direct des eaux urbaines, industrielles et agricoles reçoit quotidiennement environ 80.000 m³ d'eau polluée par jour.

1.2.1. Pollution d'origine urbaine

Les constructions illicites sur les berges d'Oued Réghaia (zone sud du site) et les piétinements sur les terres agricoles, conduisent inévitablement à un accroissement anarchique des populations autour du lac. Les eaux de ville de Réghaia et de Heraoua sont acheminées vers la station de traitement des eaux polluées. Du volume total généré par les rejets des deux communes (102762 m³/jour), une partie infime (7 000 m³/jour) est collectée par la station de traitement ; le reste est directement rejeté dans les Oueds (**Thibault, 2006**).

1.2.2. Pollution d'origine industrielle

La zone humide de Réghaia ; se situe en aval d'une zone industrielle qui ne cesse de se développer, la zone industrielle (Rouiba-Réghaia), créée en 1963, s'étend sur une superficie de 1 000 ha, notamment représentée par l'agro-alimentaire (70 unités), les cuirs et textiles (78 unités), Ces unités rejettent leurs effluents directement dans le lac de Réghaia surtout par le biais d'Oued El biar qui ne possèdent aucune station de prétraitement (**DGF, 2003**).

Les rejets industriels sont caractérisés par une forte concentration en matières fermentescibles, généralement une forte demande biochimique en oxygène (DBO). Ils sont également chargés de matières en suspension, métaux, hydrocarbures, produits organiques non biodégradables, etc.

1.2.3. Pollution d'origine agricole

Sur la réserve, plus de 400 ha sont à vocation agricole 1/3 de ces terrains sont privés (6 propriétaires), 2/3 appartiennent à l'état. Les terrains domaniaux de l'Etat sont partagés entre 8 exploitations agricoles individuelles et 19 exploitations agricoles communes. Les cultures maraichères sont l'activité dominante (Les principales cultures maraichères sont : la tomate, la pomme de terre, la salade, la courgette, le piment, le haricot vert).

La viticulture introduite dans le cadre du Fonds National de Régulation et de Développement Agricole (FNRDA) ne semble pas éveiller un grand intérêt chez les exploitants.

La ferme des agrumes est exploitée par un agriculteur privé sur une superficie de 6 ha.

L'irrigation se fait en partie avec les eaux du lac de Réghaïa, mélangées à celles prélevées au barrage du Hamiz.

1.3. Action de protection

Le Centre Cynégétique de Réghaïa fait partie du réseau Nord-africain des zones humides ; il prépare un dossier de classement de la zone en réserve nationale. Le Centre assure aussi le suivi des aménagements subventionnés par le Fonds mondial de la protection de la nature. Les aménagements réalisés sont (**Boussekine, 2011**) :

- Un centre d'éducation et de sensibilisation du public
- Un observatoire
- Un centre nature pour enfants
- Un laboratoire
- Un centre de lecture

La réserve naturelle de Réghaïa est considérée comme une opération pilote pour les zones humides. Elle fait d'un projet qui prend en charge l'Algérie, la Tunisie et le Maroc. Les actions prévues consistent en :

- La réalisation d'un plan de gestion de la réserve
- L'aménagement des sentiers pédestres
- La clôture du cordon dunaire

Chapitre 2

2.1. Situation géographique

Le lac de Réghaia est un site d'importance écologique de dimension internationale. C'est un milieu lacustre et marécageux, entouré d'une ceinture boisée et en retrait d'un linéaire côtier sableux qui s'ouvre sur des petits fonds marins remarquables. C'est une ancienne formation lagunaire côtière, qui représente aujourd'hui, le seul vestige de la plaine de la Mitidja (**Larid, 2008**)

Le lac de Réghaia est situé à 30 km à l'est d'Alger, à la limite Nord-est de la plaine de la Mitidja (longitude 3 °19 – 3°21 E ; latitude 36° 45- 36 °48 N) et à 14km de Boumerdès. Il est bordé au nord par la mer Méditerranée, au sud par la route nationale 24 reliant Alger à Constantine, à l'est par la ville de Boudouaou et à l'ouest par la Ville d'Ain taya (**Thibault, 2006**). Il s'agit d'un plan d'eau douce permanent d'une superficie totale de plus de 75 hectares et d'une profondeur maximale de 7m, alimenté principalement par deux oueds : oued Réghaia et oued El Biar (**EL Haouati et al., 2015**)

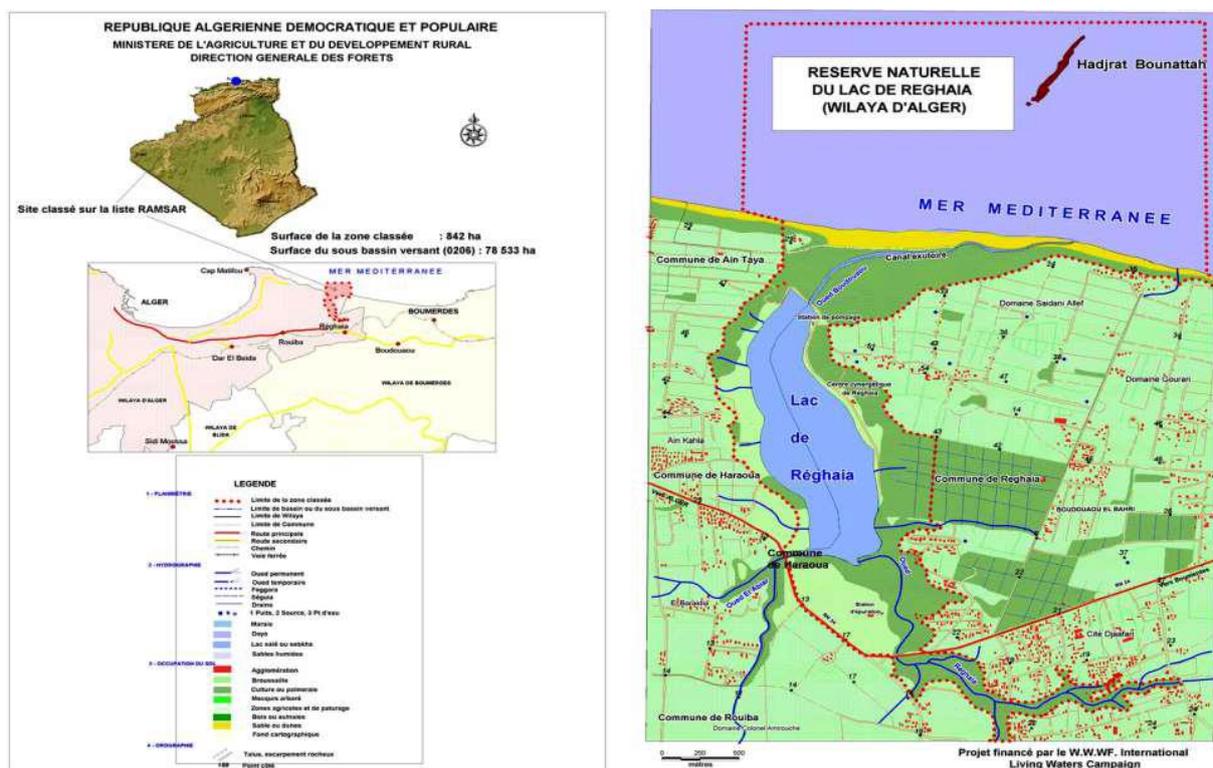


Figure 1 : Situation géographique du Ramsar la Réserve Naturelle du lac de Réghaïa

(Source : **FDR, 2017**)



Figure 2 : Vue du lac de Réghaïa

2.2. Aperçu historique de site

2.2.1. Pendant la période coloniale (El houati , 2009)

Après plusieurs tentatives d'assèchement, qui ont été menées sur le lac par les colons, l'administration française a procédé en 1930 à la construction d'une digue en amont de l'embouchure de l'oued de Réghaïa et l'installation d'une station de pompage pour irriguer les terres agricoles environnantes.

2.2.2. Après l'indépendance (El houati , 2009)

- **1970-1974 :** Travaux de dévasement, ainsi que la construction d'un canal.
- **1977-1978 :** Série d'opérations de dragage.
- **1983 :** création du centre cynégétique de Réghaïa selon le décret N° 83-75 du 08 Janvier 1983 portant création d'un centre Cynégétique à Réghaïa, notamment dans son article 4 :

Le centre a pour objet les missions suivantes (Sayoud, 2017) :

- La production des espèces cynégétiques ou exotiques, en vue d'enrichir le patrimoine cynégétique national

- La promotion et le développement de la cynégétique par la sélection des espèces cynégétique locales et par l'introduction de nouvelles espèces et leur acclimatation
- L'organisation de recherches en matière cynégétique et notamment matière alimentaire et sanitaire
- La participation à l'organisation des lâchers et le suivi de ces opérations, en vue de tirer les conséquences sur l'acclimatation et la reproduction du gibier introduit.

En plus des missions suscitées d'autres lui ont été confiées à savoir (**Sayoud, 2017**) :

- La préservation et le développement de la zone humide « réserve naturelle du lac de Réghaia »
- Education environnementale : unité de communication, Education, sensibilisation, du Public enfant et adulte (C.E.N)
- La recherche scientifique dans le cadre du programme national de la conservation des écosystèmes naturels (C.E.N)
- Suivi ornithologique comme indicateur biologique au niveau de la réserve naturelle du lac de Réghaia.

Le centre cynégétique a un caractère national (**Sayoud, 2017**) :

- **1997** : mise en service d'une station d'épuration collectant les eaux usées domestiques et industrielles et les eaux pluviales, opérant un traitement mécanique partiel et rejetant dans le lac.
- **1999** : Arrêté du Gouverneur d'Alger proposant le classement du site en Réserve Naturelle.
- **2001** : visite du bureau de la Convention de Ramsar sur les zones humides, de la coordination MedWet, de la fondation MAVA pour la protection de la nature et du fonds Mondial pour la nature (WWF-international)
- **Juin 2003** : inscription du site à la convention de Ramsar
- **2004-2006** : Aménagement d'un centre d'Education à l'Environnement comprenant un centre nature réservé aux enfants. projet de plan de gestion (dans le cadre du programme LIFE- Pays Tiers).
Demande de classement en réserve naturelle (centre cynégétique de Réghaia en 2005, 2013, 2016).

2.3. Critères de classement du lac de Réghaia dans la convention Ramsar

2.3.1. Critère 1

Le lac Réghaia, est considéré comme un site d'importance internationale car il constituée dernier vestige de l'ancienne Mitidja. C'est actuellement la seule zone humide de la région biogéographique de l'algérois qui fait face directement à la mer Méditerranée, permettant ainsi aux oiseaux migrateurs de séjourner et de se ressourcer et de trouver refuge après avoir traversé cette dernière. C'est également la seule zone humide ayant échappée aux opérations d'assèchements qui ont fait disparaître les lacs de la Mitidja, notamment le lac Halloula d'où son importance historique et écologique (**Sayoud, 2017**).

2.3.2. Critère 2

Le site abrite quatre espèces d'oiseaux rares, trois d'entre elles sont classées vulnérables sur la liste rouge de l'UICN (Union International de la Conservation de la nature) :

Athyanyroca, Mamaronettaangustirostris, Pophrioorphyrio, et une menacée Oxyuraleucocephala (**Sayoud, 2017**).

2.3.3. Critère 3

Le site abrite des espèces végétales et animales importantes pour le maintien de la Diversité biologique d'Afrique de Nord et de la Méditerranée (**Taleb et al., 2013 ; FDR, 2017**).

2.4. Facteurs abiotiques de la région d'étude

2.4.1. Facteurs édaphiques de lac de Réghaia

2.4.1.1. Caractéristiques géologiques

Le lac de Réghaia est situé dans une zone à une formation géologique qu'est un synclinal néogène de dépôts fins du miocène et du plio-quaternaire (**Rivoirred, 1952**). C'est une formation géologique qui est passé par un plissement puis un remblaiement (**Mutin, 1977**). Les principaux faciès géologiques sont de type alluvionnaire et marécageux du quaternaire récent et actuel.

Au niveau du lac, les sols sont de type brun méditerranéen, profonds mais de qualité moyenne. On trouve également des sols rouges brunifiés, très anciens, de profondeur

moyenne et de qualité médiocre. La zone littorale de Réghaïa est représentée par un sol à tendance sablo-limoneux.

2.4.1.2. Caractéristiques géomorphologiques

La zone est localisée dans un plateau central surélevé de la région de Réghaïa. Sa surface est profondément creusée par de nombreuses vallées torrentielles qui lui donnent une configuration ondulée. Elle est sillonnée par l'Oued Réghaïa qui forme une petite vallée étroite qui comprend deux versants, l'un à l'Est, appartenant anciennement aux domaines Saidani et Ali Khoudja est actuellement occupée par le centre cynégétique et la station de pompage, l'autre à l'Ouest, est occupé par le douar Ain El -Khahla et le domaine de Boudhane. A la partie Nord de la vallée s'allongent des dunes plus ou moins fixées qui séparent l'embouchure de l'Oued Réghaïa de la mer (**Mutin, 1977**).

2.4.1.3. Caractéristiques pédologiques

La zone littorale de Réghaïa présente un sol à tendance sablo- limoneuse par contre la partie centrale est caractérisée par une terre fertile à tendance argileuse, constituée par des sols bruns méditerranéens et des sols rouges brunifiés (**Chebli, 1971**).

2.4.1.4. Caractéristiques hydrologiques

Le lac de Réghaïa est alimenté par trois cours d'eau :

- Oued Boueah : un affluent de l'oued Hamiz, il prend sa source au niveau de Rouïba et draine les eaux de ruissellement des terres agricoles de la Mitidja dans sa partie Nord-est
- Oued Réghaïa : prend sa source dans les environs d'Oued moussa il est alimenté par deux affluents, oued Guesbai- et oued Berraba
- Oued el Biar : prend naissance aux environs de la zone industrielle de Rouiba- Réghaïa et alimente le lac par la commune de Heraoua

En plus de ces trois oueds, le lac est alimenté par les eaux souterraines grâce à l'affleurement de la nappe phréatique (**Graba, 2005**).

2.4.2. Facteurs climatiques

Le climat joue un rôle important dans la vie et la répartition des êtres vivants (**Faurie et al., 2012**). Les principaux facteurs climatiques sont : la lumière et les températures, des

facteurs hydrologiques comme la précipitation et hygrométrie, et des facteurs mécaniques comme le vent et enneigement (Ramade, 2009).

2.4.2.1. La température

La température est le facteur climatique le plus important étant donné par tous les processus métaboliques en dépendent (Dajoz, 2006), chaque espèce ne peut vivre que dans certain intervalle de température, il existe une température optimum à laquelle les fonctions vitales se réalisent mieux (Dreux, 1980). Selon Elkins, (1996) en plus de la recherche d'un microclimat favorable où elles peuvent se loger, certaines espèces présentent une adaptation plus poussée en réponse au temps froid, la réduction de la température du corps (hypothermie) qui minimise la dépense d'énergie au repos.

Les valeurs mensuelles maximales, minimales et moyennes des températures notées durant l'année 2016 sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1- Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de l'année 2016

Mois													
Paramètres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MA
M (°C)	19.4	19.2	19.3	21.7	24.8	29.5	32	31.50	30.40	29.10	22	18.60	24.79
m (°C)	6.8	7.4	6.4	9.7	11.5	15.3	19.2	19.20	17.30	15.60	10.2	8.3	10.64
T (M+m)/2	13.1	13.3	12.85	15.7	18.5	22.4	25.6	25.35	23.85	22.35	16.1	13.45	18.55

(Tutiempo, 2017)

M (°C) : la moyenne mensuelle des températures maxima.

m (°C) : la moyenne mensuelle des températures minima.

(M+m)/2 : Température mensuelle moyenne.

MA : moyennes annuelles.

Pendant cette période, les mois les chauds sont juillet et août avec une température moyenne maximale de 32°C, par contre le mois le plus froid est mars avec une température moyenne minimale égale à 6.4°C.

2.4.2.2. La pluviométrie

La pluviométrie est la quantité totale de précipitations reçue par unité de temps et de surface. Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres aussi bien pour certains écosystèmes limniques tels que les lacs temporaires et les mares (**Ramade, 2009**). D'après **Elkins, (1996)** la présence de pluie ou de neige provoque parfois la baignade : plusieurs espèces d'oiseaux se baignent dans la neige ou dans l'herbe ou du feuillage mouillé par les gouttes de rosée matinales ou par l'eau de pluie. Les valeurs mensuelles des précipitations de la région d'étude exprimées en millimètres sont représentées dans le tableau 2.

Tableau 2 – Précipitation mensuelles exprimées en mm de l'année 2016.

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
P (mm)	72.39	80.52	125	35.06	37.84	2.54	0.76	0	5.34	8.89	101.4	190.5	660.2

(Tutiempo, 2017)

P : Précipitation

A partir de tableau 2, on note que la région d'étude présente une grande variabilité des précipitations entre les mois. Le mois le plus pluvieux est décembre avec 190.5 mm de pluies. Par contre août est le plus sec avec une valeur nulle.

2.4.2.3. Les vents

Le vent a une action indirecte sur les êtres vivants, en activant l'évaporation ce qui provoque une augmentation de la sécheresse. Aussi lorsque le vent est violent, en augmentant le refroidissement du climat (**Dreux, 1980**). Le vent est un agent d'éparpillement des animaux et des végétaux (**Dajoz, 2006**). Les valeurs mensuelles de la vitesse moyenne du vent exprimé en m/s sont représentées dans le tableau 3.

Tableau 3 – Les vitesses moyennes mensuelles du vent exprimé en m/s de l'année 2016

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Moyenne (m/s)	2.55	3.8	3.1	2.8	3.16	3.2	3.84	3.75	2.69	2.3	2.58	1.39

(Tutiempo, 2017)

Les vitesses du vent les plus fortes sont notées durant les mois de juillet, février et aout avec 3.84 m/s, 3.8 m/s et 3.75 m/s respectivement.

2.4.2.4. Humidité de l'air

Dreux, (1980) a définis l'humidité comme la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air. L'humidité relative de l'air est le rapport en pourcentage de la pression réelle de la vapeur d'eau à la pression de vapeur saturante pour la même température.

L'humidité est liée à plusieurs facteurs : de la température, la quantité d'eau tombée, du nombre de jour de pluie, de la forme de ces précipitations, du vent et de la morphologie de la station considérée (**Faurie et al., 2012**). Les valeurs mensuelles de l'humidité relative sont rassemblées dans le tableau 4.

Tableau 4 – Humidité relative de la région d'étude exprimée en % durant l'année 2016

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Moyenne
H(%)	78	72.3	74.5	75.8	70.4	65.1	64.2	64.5	63.7	67.5	69.8	83.7	70.79

(Tutiempo, 2017)

H (%) : L'Humidité relative

L'Humidité relative de l'air est forte avec une moyenne annuelle de 70.79%. Elle atteint son maximum au mois de décembre (H% = 83.7) et son minimum au mois de septembre (H% = 63.7).

2.4.2.5. Synthèse climatique

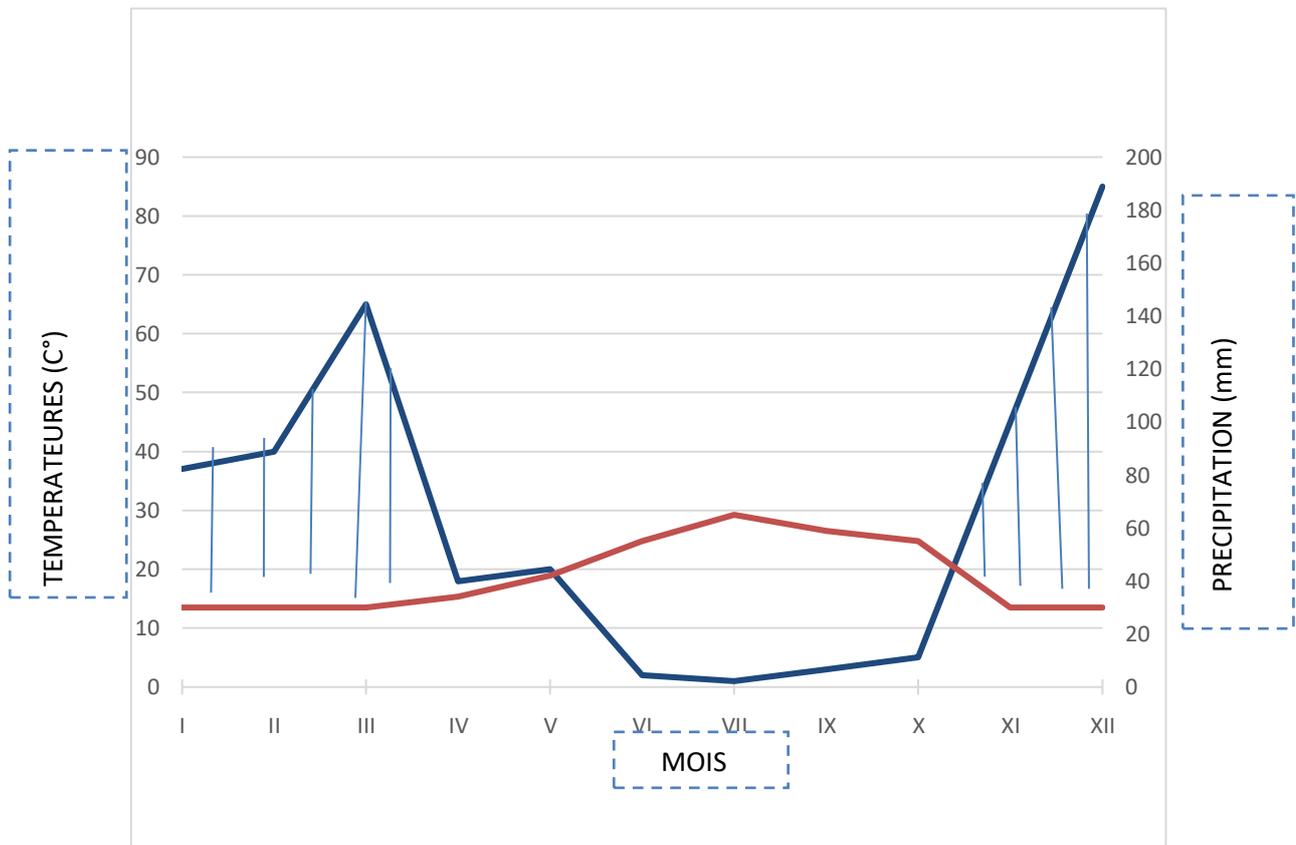
L'établissement d'une synthèse des principaux facteurs climatiques (pluviométrie et température) nous permet de caractériser le climat de la région d'étude en faisant distinguer les périodes sèches et humides. Cette synthèse fait appel à l'emploi de diagramme ombrothermique selon Bagnouls et Gaussen. Pour mettre en évidence l'étage bioclimatique auquel appartient la région d'étude on utilise le climagramme d'Emberger.

2.4.2.5.1. Diagramme ombrothermique selon Bagnouls et Gaussen

Le Diagramme ombrothermique de Gaussen permet de déterminer les mois secs (**Mutin, 1977**). Ce diagramme consiste à porter en abscisse les mois de l'année et en ordonnée

à la fois les précipitations à droite et les températures à gauche avec une échelle $1^{\circ}\text{C}=2$ mm de précipitation mensuelle (**Ramade, 2003**).

Selon **Bagnouls et Gausson, (1953)** un mois est sec dès que les précipitations totales exprimées en mm sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degrés Celsius ($P \leq 2T$). **Dreux, (1953)** détermine la période sèche lorsque la courbe des températures est au-dessus de celle des précipitations, humide dans le cas contraire. La figure 3 montre que la région d'étude fait apparaître de deux périodes, une période sèche qui s'étale sur six mois et demi de début mai jusqu'à la mi-octobre avec une pluviosité presque nulle en juin, juillet et août. La deuxième période humide et froide qui apparaît du la mi-octobre jusqu'à le début mai.



Avec : $P = 2T$

— Température (C°) — Précipitation (mm)

 Période humide

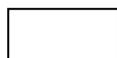
 Période sèche

Figure 3 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Réghaïa en 2016

2.4.2.5.2. Diagramme pluviométrique d'Emberger

On peut distinguer entre les différentes nuances du climat méditerranéen à partir d'un quotient pluviométrique (**Mutin, 1977**) D'une façon générale, le climat méditerranéen est moins sec que le quotient est plus grand (**Daget, 1977**). Les températures sont en kelvins ($0^{\circ}\text{C} = 273.2^{\circ}\text{k}$) ce qui donne la formule suivante:

$$Q^2 = 1000 P / (M + m) / 2 + (M - m) = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

Q² : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation annuelles exprimée en mm

M : Moyenne de températures maxima du mois le plus chaud, en kelvins

m : Moyenne de températures minima du mois le plus froid, en kelvins

Tableau5 - Données climatique de la décennie 2007-2016 de la région d'étude

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M(°C)	17.43	17.42	19.43	22.06	25.24	29.06	32.29	32.72	29.65	26.98	21.16	18.18
m(°C)	5.73	5.81	7.21	9.65	12.21	15.93	19.46	19.93	18	14.48	9.99	6.49
P(mm)	66.26	81.15	82.42	52.7	43.99	10.87	1.25	11.64	26.6	56.65	123.65	102.36

(Tutiemp, 2017)

Selon les données climatiques des données années 2007 à 2016 ci-dessous :

$$P = 652.54$$

$$M = 32.72$$

$$m = 5.73$$

$$Q^2 = 2000 * 659.54 / (305.92)^2 - (278.93)^2 = 83.56$$

Le quotient pluviométrique Q² de la région d'étude calculé sur une période de dix ans entre 2007 et 2016 est égal à 83.56. En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger, on observe que la région d'étude se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré (Figure 4).

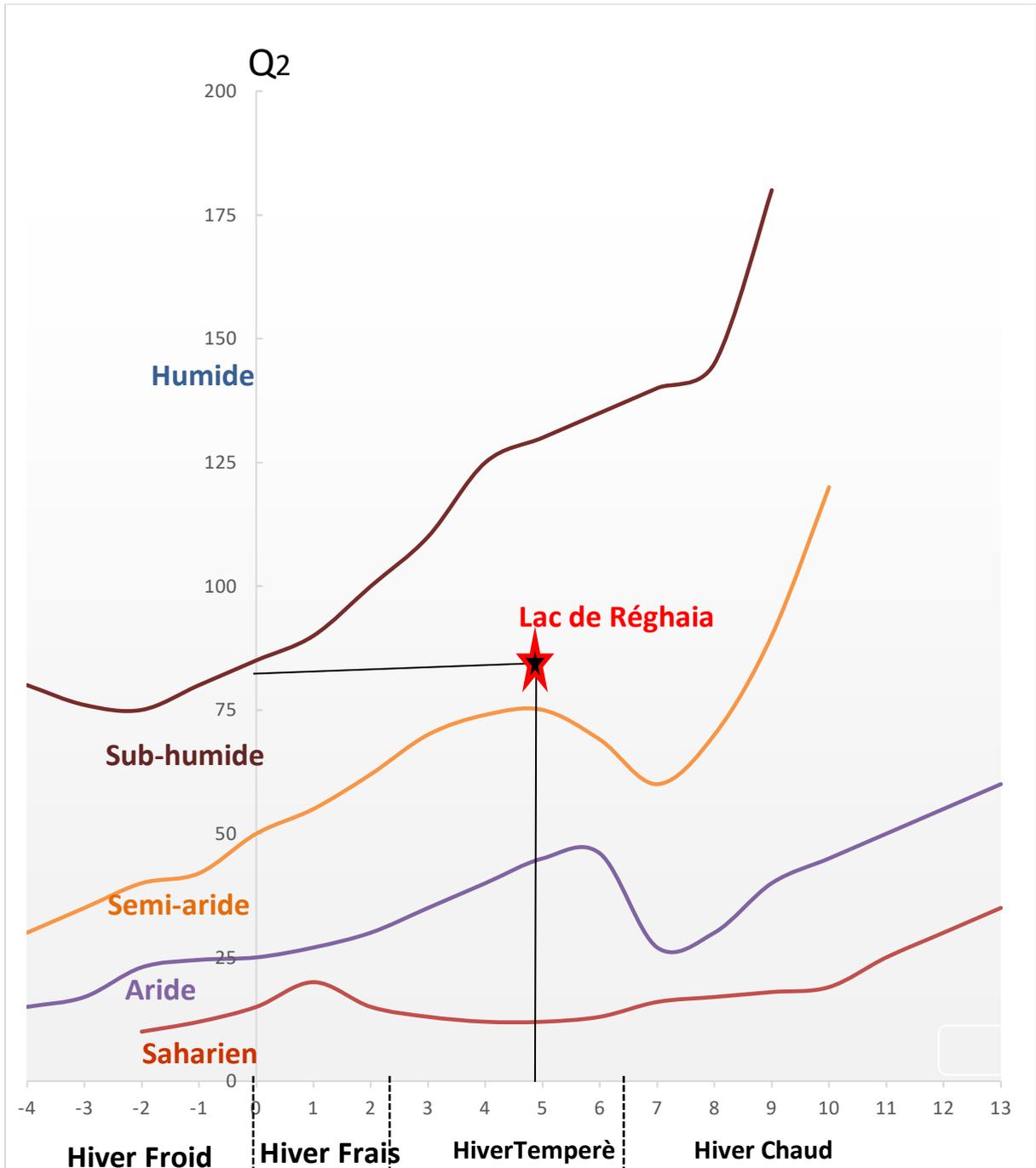


Figure 4 : Climagramme d'Emberger de la région de Réghaïa (2007 -2016)

2.3. Facteurs biotiques de la région d'étude

2.3.1. La flore

La zone humide de Réghaïa présente une richesse floristique non négligeable estimée à un minimum de 233 espèces végétales recensées, soit l'équivalent de 13% de la flore du nord de l'Algérie (Derghal et Guendez, 1999). La distribution de cette flore est conditionnée par l'hydromorphie et l'halomorphie qui génère la stratification spatiale suivante :

- **Groupement hygrophiles** : liés à la présence de l'eau, se développant en bandes vertes dans les zones marécageuses en aval, en amont et sur la rive Est du lac. Ils sont représentés par *Phragmites communis*, *Typha latifolia*, *Scirpuslacustris*, *Iris pseudocorus*, etc.
- **La zone de transition** : située entre le lac et le cordon dunaire où subsistent les vestiges du marais lagunaire se composant de phragmitaies à *Phragmites communis* mêlées de *Tamarix africana* et de *Typha latifolia*, envahis par un groupement à *Plantagocoronopus*.
- **Les terrains en pente entourant le lac** : Ils sont occupés par un important maquis, quelques bosquets d'*Eucalyptus camaldulensis* et de friches. Ce maquis est composé de *Pistacialentiscus* et *Oleaeuropaea* ainsi que *Smilax aspera* et *Asparagusacutifolius*.

2.3.2. La faune

La faune de la zone humide de Réghaïa a une richesse et une diversité importante, elle est constituée des vertébrés et d'invertébrés. On cite comme exemple :

2.3.2.1. Oiseaux

Parmi la faune qui existe au niveau du site, les oiseaux représentent le groupe le plus important et leur inventaire a permis de recenser 206 espèces réparties en 43 familles, dont 53 espèces migratrices. On note la présence de 18 espèces d'oiseaux regroupées dans 10 familles protégées par la loi. Ces derniers sont représentés essentiellement par les *Ardeidae*, *Ciconiidae*, *Sylviidae*, *Laridae*, *Hirundidae*, *Phalacrocoracidae*, *Threskiornitidae*, *Fringillidae*, *Recurvirostridae* et les *Fringillidae* (Hamel, 2011).

2.3.2.2. Reptiles et amphibiens

Selon **Benabdi et Bachetarzi, (2015)** cinq espèces d'amphibiens tels que le Crapaud de Mauritanie, Discoglosse peint, la grenouille verte d'Afrique du Nord, Rainette méridionale et neuf espèces de reptiles sont signalée sur le lac de Réghaïa, dont l'espèce remarquable, la Tortue d'eau (*Emyde lépreuse*) présente sur les berges du lac, des oueds et du canal aval. Les talus des coteaux (Est et Ouest) sont utilisés pour la ponte. Les individus juvéniles sont d'ailleurs été observés dans les ruissèlements des pieds de talus, autour de l'aire de détente du Centre.

2.3.2.3. Petits mammifères

Cinq espèces des rongeurs ont été signalées rongeurs (*Mus musculus*, *Mus spretus*, *Apodemus sylvaticus*, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*) et trois espèce de *Soricolorpha* (*Crocidura pachyura*, *Crocidura russula*, *Suncus etruscus*) (**Amyouche-Larabi et al., 2015**)

2.4. Le contexte écologique et le contexte socio-économique

2.4.1. Le contexte écologique :

Le site de Réghaïa se trouve à la limite des milieux continentaux et marins ce qui lui confère une mosaïque d'écosystèmes. Cette diversité se traduit par une richesse faunistique et floristique remarquable.

Les écosystèmes du lac de Réghaïa se succèdent de la partie continentale jusqu'à la mer comme suit :

2.4.1.1. Ecosystème marécageux

Cet écosystème joue un rôle important pour contenir et régler les crues des oueds et constitue en tant qu'habitat le milieu idéal pour la nidification de nombreuses espèces comme les hérons, l'avocelle élégante et le canard colvert.

La composition végétale de cet habitat varie en fonction des saisons à cause de l'alternance des inondations et des assèchements parfois prolongés de l'endroit, dont le caractère le plus manifeste est qu'elle forme des zones distinctes en cercles concentriques.

Les plantes aquatiques émergentes qui dominent le paysage sont à base de *Phragmites communis* et *typha angustifolia* et sont enrichies au printemps par des touffes de *Scirpus lacustris* et d'*Iris pseudoacorus*. D'autres On notera également qu'espèces telles que les joncs et les renoncules s'y rencontrent (**Khelloul, 2011**)

Les milieux les plus ouverts attirent quant à eux les oiseaux d'eau comme les aigrettes, les limicoles et les foulques macroules (**Anonyme, 2004**).

2.4.1.2. Ecosystème lacustre

Cet écosystème est représenté par un réservoir permanent d'eau douce d'une superficie de plus de 75 ha. On remarquera qu'à partir de la limite externe de la rive se succèdent en zone peuplé des arbres hydrophiles ; *Salix alba*, *Populus alba*, *Eucalyptus camaldulensis*.

Les berges du lac sont quant à elles colonisées par des groupements de plantes hygrophiles telle que : *Thypha angustifolia*, *Phragmites communis* et *Scirpus lacustris* (**Anonyme, 2004**)

Le plan d'eau abrite les oiseaux d'eau et les poissons tels que le Gambusia et l'anguille (**Derghal, 2010**)

2.4.1.3. Ecosystème forestier

Il forme une ceinture plus ou moins étroite autour du lac, ce qui permet une bonne protection pour l'avifaune et autres espaces animalières.

Cet écosystème est représenté par quelques vestiges de l'ancien maquis à Oleo-lentisque composé principalement d'*Olea europaea* et *Pistacia lentiscus*.

Le cortège floristique qui vient d'enrichir cette association est composé de *Crataegus monogyna*, *Rubus ulmifolius* et *smilax aspera* (**Anonyme, 2004**).

Le maquis comprend une faune terrestre typique des milieux boisés méditerranéens (Renard roux, Genette, Mangouste et avifaune composé de fauvettes, turdidés, Columbides, etc...) (**Moali, 2006**).

2.4.1.4. Ecosystème dunaire

Le cordon dunaire constitue une barrière naturelle entre la mer et le lac. Cet écosystème est colonisé par une végétation qui se développe en bande étroite le long de la cote arrêtant et fixant le sable (**Kelloul, 2011**).

Il est représenté par des groupements à *Pancreatium maritimum*, *Lotus creticus*, *Ammophila arenaria* et *Chamaerops humilis*.

La zone de transition entre le lac et les dunes est colonisée par des peuplements à *Tamarix africana* et *plantagocoronopus* (Anonyme, 2004).

2.4.1.5. Ecosystème marin

Il s'étend des deux plages d'El kadous et de Réghaia jusqu'à l'Ile Agueli. L'Ile Agueli est située à 1km du rivage de Réghaia couvrant une superficie de 220 m². Cet écosystème abrite une faune et une flore remarquable. L'île dont le rôle capital comme zone de frayère pour de nombreuses espèces faunistiques marines exerce un effet attractif sur plusieurs autres espèces parmi lesquelles la grande cigale de mer *Scyllarus latus*.

Cette zone est reconnue également comme lieu de nidification de certaines espèces aviaires telle que le grand cormoran et le *Goéland leuphée* qui y est établi durant toute l'année.

Parmi les espèces végétales rencontrées au niveau et aux alentours de cette formation rocheuse, on peut citer : *Asteriscus maritimus*, *Althaea officinalis* et *Posidinia oceanica* (Anonyme, 2005).

2.4.2. Le contexte socio-économique

Les aspects socio-économiques sont étroitement liés à toutes les actions humaines qui utilisent ou altèrent directement ou indirectement les fonctions propre des zones humides, leurs ressources et leurs valeurs : cycle hydrologique fonction de recharge de la nappe, contrôle des crues, rétention des sédiments, recyclage des produits toxiques...etc. Ils sont également des ressources des zones humides, et concernent des produits de l'économie locale, régionale et souvent nationale (Anonyme, 2005).

De ce fait, la zone humide de Réghaia évolue sous l'influence de quatre grandes activités qui sont :

1. Les activités urbaines
2. Les activités industrielles
3. Les activités agricoles
4. Les activités touristiques

2.4.2.1. Les activités urbaines

La zone humide de Réghaia est située à cheval sur deux communes. Réghaia et Heraoua qui occupent respectivement une superficie de 27,25 et 12,4 km². Soit 50% de la superficie de la circonscription de Rouiba et 5% de la surface totale de la wilaya (**Derghal, 2010**)

La population totale des deux communes est passée de 56778 habitants en 1987 à 82830 habitants en 1998. Avec un taux de croissance de l'ordre de 3,31% entre 1987-1998 pour la commune de Réghaia et de 4,18 pour la commune de Heraoua (**Derghal, 2010**).

La pression démographique s'est traduite dans l'espace par la prolifération de bidonvilles caractérisés par une urbanisation anarchique et spontanée, réalisé au coup par coup ; la superficie du tissu urbain a considérablement augmentée au dépend du secteur non urbanisable et particulièrement sur des terres agricoles fertiles (**Derghal, 2010**).

2.4.2.2. Les activités industrielles

La zone humide de Réghaia se situe à l'aval d'une zone industrielle qui ne cesse de se développer (plus de 150 unités) (**Derghal, 2010**).

Crée en 1963, cette zone industrielle s'étend une superficie de 1000ha et draine une masse importante de main d'œuvre (40000empis directs). Elle est occupée par des établissement industriels et de services privés et publics.

Tableau06 : Situation des unités industrielles (**Derghal, 2010**)

Situation	Publique	Privées
Opérationnel	66	68
En construction	06	30
Structure d'appuis	05	-
Nombre d'emploi	38.612	2.554

Ces unités industrielles présentent des charges polluantes plus ou moins importantes, en fonction de leur capacité de production et de leur charge polluante (**Anonyme, 2000**).

Une classification a été établie avec l'aide de l'EGZIB (entreprise de gestion de la zone industrielle). Il en ressort que sur 100 établissements classés, 8 sont en catégorie 1 (entreprises

polluantes), 36 en catégorie 2 (entreprises moyennement polluantes) et 63 en catégorie 3 (entreprise peu ou pas polluantes).

2.4.2.3. Les activités agricoles

La zone humide de Réghaia fait partie de la plaine de la Mitidja. Classée parmi les régions à vocation agricole en raison de sa topographie et la fertilité de ses sols.

Les cultures pratiquées au niveau de cette région s'orientent essentiellement vers le maraichage, classé comme activité dominante avec les principales cultures suivantes : la tomate, la pomme de terre, la salade, la courgette, le piment, le haricot vert. La ferme des agrumes est explorée par un agriculteur privé sur une superficie de 6 ha (**Derghal, 2010**).

Quant à l'irrigation de cette surface agricole, elle se fait à partir des eaux du lac de Réghaia dont l'alimentation est assurée par la station de pompage implantée sur la rive Est de ce lac.

Le volume d'eau pompée est de l'ordre de 10 millions de m³ par an assurant ainsi l'irrigation d'environ 1500 hectares de terres agricoles (**Derghal, 2010**).

L'élevage est l'activité dominante sur cette zone. L'estimation de la population d'animaux possédée par les exploitants dans le périmètre de la zone humide est de 1275 ovins, 385 bovins et 63 caprins, soit un total de 1723 animaux (**Derghal, 2010**).

2.4.2.4. Les activités touristiques

Du fait de l'alliance de la mer et de la terre. La zone humide de Réghaia recèle des remarquables potentialités naturelles à tous justifiant le degré de rareté de ce type de milieu au niveau de l'Algérois. Il faut rappeler que la plage d'El Kadous située sur la partie Nord du lac reçoit des milliers d'estivants atteignant les 3 millions en 2003 et 2004, elle constitue ainsi une ressource de base pour le tourisme balnéaire.

A cela s'ajoute l'écotone des dunes, zone de transition entre le lac et la mer caractérisée par une grande étendue de pré bondé de tamarix qui sert de lieu de loisir et de détente en plein air pour de nombreuses familles venant de la capitale (**Derghal, 2010**).

Chapitre 3

Les paramètres physico-chimiques sont parmi les facteurs clés structurant le fonctionnement des systèmes aquatiques. Les paramètres physico-chimiques tel que le pH, l'oxygène dissous ou la conductivité, conditionnent le maintien de la biodiversité aquatique et influencent le comportement et le devenir des contaminants dans la colonne d'eau.

La qualité physico-chimique des eaux peut être évaluée à partir des valeurs de plusieurs paramètres :

3.1. Température (C°)

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

La température doit être mesurée *in situ*. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré (Rodier et al., 1996).

3.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie (Rodier et al., 1996).

3.3. Conductivité (µS/cm)

La conductivité permet d'évaluer rapidement et approximativement la minéralisation globale de l'eau. La mesure de conductivité est réalisée en mesurant la conductance d'une eau entre 2 électrodes métalliques, elle est l'inverse de la résistivité électrique (Rodier et al., 1996).

3.4. Oxygène dissous

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O₂ diminue lorsque la température et l'altitude augmentent. La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse (**Rodier et al., 1996**).

C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20°C, la concentration en oxygène en équilibre avec la pression atmosphérique est de 8,8 mg/l d'O₂ à saturation. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène. L'oxygène dissous est donc un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau (**Rodier et al., 1996**).

3.5. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La DBO (demande biochimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 j (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la DBO₅. Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg d'O₂ consommé (**Makhouk et al., 2011**).

3.6. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO (demande chimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont, par exemple, pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO (Makhouk et al., 2011)

La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation « forcée ») et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). Le résultat s'exprime en mg/l d'O₂.

Généralement, la DCO vaut de 1,5 à 2 fois la DBO₅ pour les eaux usées domestiques.

3.7. Le rapport DCO/DBO5

Le rapport DCO/DBO5 nous renseigne sur la biodégradabilité de la matière organique, c'est à dire la possibilité de transformation de la matière organique en matière minérale admissible par le milieu naturel.

3.8. L'azote ammoniacal (NH₄⁺) (mg/L)

L'azote ammoniacal se présente sous la forme toxique NH₄⁺, Sa présence dans les eaux traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique NH₄⁺, l'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation

L'azote ammoniacal est souvent le principal indicateur chimique de pollution directe d'une eau de rivière à l'aval d'un rejet. IL provient de la décomposition des chaînes carbonées constituant les matières organique par les bactéries de type aérobies majoritairement (bacillus, bacterium). Cette dégradation consomme de l'oxygène et libère également du CO₂ dans les eaux (Rodier et al., 1996).

La présence d'azote ammoniacal (NH₄⁺) dans une eau traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Une première méthode de détermination se fait par la mise en œuvre d'une réaction colorée et d'un dosage en spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Elle permet de doser des concentrations faibles pour les eaux de consommation et les eaux de rivières.

Une deuxième méthode de dosage permet de doser des concentrations plus importantes notamment dans les eaux industrielles ou résiduaires en mettant en œuvre un dosage volumétrique après entraînement à la vapeur en milieu basique. L'analyse se poursuit par titrimétrie avec un acide titré (**Rodier et al., 1996**).

3.9. Nitrites NO₂ (mg/L)

Dans l'eau les nitrites sont toxiques pour les poissons surtout lorsque le pH de l'eau est inférieur à 7.

Les nitrites ou l'azote nitreux représentent une forme moins oxygénée et moins stable. C'est un passage entre les nitrates et l'ammoniu.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte (**Rodier et al., 1996**).

3.10. Les Nitrates (NO₃⁻) (mg/L)

Toutes les formes d'azote sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

Les nitrates (NO₃⁻) représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble, sa présence est liée à l'utilisation intensive des engrais chimiques et à l'évaluation des rejets domestiques dans le lac (**Rodier et al., 1996**).

3.11. L'azote total Kjeldahl (NTK)

L'azote total Kjeldahl (NTK) se compose de l'azote organique et de l'azote ammoniacal, l'azote organique provient des eaux usées urbain et de la dégradation de la matière organique et l'azote ammoniacal provient de la dénitrification des nitrates (**ADO et al., 2000**)

3.12. Orthophosphate (PO₄⁻)

C'est la forme du phosphore la plus rapidement biodisponible dans les hydrosystèmes. Leur excès est avec celui des teneurs en nitrates, une des causes majeures de l'eutrophisation. Ils proviennent des engrais agricoles, des lessives, des effluents d'élevage, d'industries agro-alimentaires ou de stations d'épuration (**Ryding et Rast, 1994**).

3.13. Le rapport azote/phosphore (N/P)

La valeur du rapport azote/phosphore (N/P) dans l'eau permet de distinguer l'élément nutritif limitant la production photosynthétique. Le rapport optimal moyen N/P requis pour la croissance de la plupart des espèces phytoplanctoniques est estimé à 16 atomes d'azote pour 1 atome de phosphore (**Redfield, 1985**).

3.14. Matières en suspension (MES)

On appelle matières en suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluants, micro-organismes,...) qui donnent un aspect trouble à l'eau, (turbidité) et s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux.

La quantité de matières en suspension totale (MEST) se mesure par filtration d'un litre d'eau et pesage des résidus séchés. Le résultat s'exprime en mg/l (**Rodier et al., 1996**).

3.15. Le sodium (Na)

Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables (**Rodier et al., 1996**).

3.16. Les Chlorures (Cl)

L'origine de cet élément est liée principalement à la dissolution des formations salifères. Les chlorures en concentration plus élevées peuvent avoir une origine à l'eau usée des rejets anthropiques (rejets d'industries agroalimentaires, d'industries chimiques...) (**Rodier et al., 1996**).

3.17. Le calcium

Le calcium est un élément indispensable à la vie, l'un des principaux constituants de la cellule vivante. Il concourt pour une très large part à l'édification des structures squelettiques : Paroi cellulaire végétale, tests des diatomées etc... (**Hachette, 2005**). Il nous renseigne donc sur la productivité des eaux douces (**Rodier et al., 1996**) car c'est un métal

électropositif très réducteur. Il brûle dans l'oxygène en donnant la chaux (CaO) et se combine avec les halogènes et avec l'azote en formant un nitrure qui produit de l'ammoniac au contact de l'eau (**Hachette, 2005**)

3.18. Le magnésium

Le magnésium est le deuxième cation contenu dans les cellules après le potassium. Il joue un rôle de stabilisateur de la membrane cellulaire en protégeant la cellule contre la rétention du Sodium. C'est un élément indispensable pour la croissance, il intervient ainsi dans l'activation du système enzymatique, la synthèse des protéines et le métabolisme des lipides (**Rodier et al., 1996**).

3.19. Les métaux lourds

Les éléments métalliques et leurs dérivés organiques (métalloïdes) sont pour certains très dangereux parce que potentiellement toxiques, non-biodégradables et bioaccumulables dans les chaînes alimentaires (**Rodier et al., 1996**).

3.19.1. Le mercure (Hg)

Métal rare, extrêmement toxique et plus particulièrement néphrotoxique, c'est-à-dire agissant sur les reins, et neurologique, c'est-à-dire agissant sur le système nerveux. Ce métal dont l'utilisation est heureusement en déclin était extrait d'un minerai le cinabre (**Rodier et al., 1996**).

Origines dans les eaux : Activités sanitaires, Agriculture, Industries, Orpaillage sauvage, Élimination des ordures ménagères piles, Lampes fluorescentes d'éclairage.

3.19.2. Le plomb (Pb)

Ce métal est extrait d'un minerai, la galène. Le plomb est utilisé dans l'industrie métallurgique : batteries, alliages, traitements de surface, munitions

C'est un métal très toxique pour les invertébrés et les amphibiens des milieux aquatique. L'ingestion de grenaille de plombs de chasse est particulièrement toxique pour les oiseaux et représente une cause fréquente de saturnisme aviaire (**Rodier et al., 1996**).

3.19.3. Le cadmium (Cd)

A l'origine est extrait de certains minerais notamment de zinc. La pollution au cadmium provient des rejets industriels, des incinérations de déchets, de l'utilisation d'engrais... Extrêmement toxique, cet élément s'accumule dans les chaînes alimentaires et menace les prédateurs secondaires (**Rodier et al., 1996**).

3.19.4. Le chrome (Cr)

Métal très dur utilisé en traitement de surface des métaux pour améliorer leur résistance. Ce n'est que dans les processus industriels de traitements de surfaces qu'utilisé sous la forme de chrome hexavalent ou chrome VI et de chromates (CrO_4) qu'il devient extrêmement toxiques pour la vie et cancérigènes (**Rodier et al., 1996**).

3.19.5. Le cuivre (Cu)

Peu toxique, néanmoins à faible concentration il est nuisible pour la microfaune et les batraciens. Sa présence dans les eaux provient de l'érosion des conduites ou de l'activité industrielle (**Rodier et al., 1996**).

3.19.6. Le zinc (Zn)

Métal utilisé pour recouvrir les métaux. Il est peu toxique, puisque au niveau de traces c'est oligo-éléments utile à l'organisme. Le zinc est classé dangereux pour la faune aquatique. A noter qu'une présence importante de zinc dans les eaux indique souvent celles d'autres métaux ou polluants toxiques industriels (**Rodier et al., 1996**).

CHAPITRE 4

Chapitre 4 Suivi des paramètres physicochimiques dans les eaux du lac de Réghaia

4.1. Suivi des paramètres physico-chimiques

Dans le tableau 7.1, 7.2 et 7.3, sont présentés les résultats de l'examinassions des travaux antérieurs ayant abordés les thèmes relatifs aux caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac de Réghaia durant la période de 1993 à 2018.

Tableau 7.1 : Tableau récapitulatif des résultats des paramètres (Température, pH, Conductivité et O₂ dissous de 1993 à 2018 pour le mois de Mai.

	1993	2000	2005	2009	2012	2016	2017	2018
T°C	20	20.6	24	21	-	22.5	18,93	13.23
pH	7.43	7.80	8.14	8.32	-	7.74	7,84	7.95
Conductivité (mS/Cm)	2.21	2.40	1.95	1.9	-	1.8	1,73	1.09
O ₂ dissous (%)	-	-	2.00	3.67	-	-	3,44	-
Sources	(ANRH)	anonye, (2004)	Ahriz et al, (2011)	El houati, (2009)	Tazibt et Zabat (2012)	et Mohamed doun jahfar ag, (2016)	Afiri et Amrouche (2017)	Mezghich, (2018) et Benazzouz, (2018)

Chapitre 4 Suivi des paramètres physicochimiques dans les eaux du lac de Réghaia

Tableau 7.2 : Tableau récapitulatif des résultats des paramètres (DBO, DCO, Nitrates, Nitrites, Azote totale, Ortho-phosphate et MES exprimés en mg/l de 1993 à 2018 pour le mois de Mai.

	1993	2000	2005	2009	2012	2016	2017	2018	
DCO	400	223.4	47	-	38.05	145	-	980	
DBO ₅	114	70	-	-	-	55	-	67	
DCO/DBO ₅	3.5	9.3	-	-	-	2.63	-	14.62	
NH ₄ ⁺	12.4	14	1.94	24.1	10.25	31.2	20,96	-	
NO ₂ ⁻	0.47	0.54	0.00	0.31	3.6	-	145.94	0.16	
NO ₃ ⁻	4.8	17.4	0.00	0.54	11.19	-	78.93	2.54	
NTK	38.7	-	-	-	22.2	-	-	-	
PO ₄ ⁻	1.16	7.2	6.07	4.42	-	-	90.84	-	
N/P= NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ /PO ₄ ⁻	14.82	4.36	0.31	5.57	-	-	1.09	-	
MES	479	585.2	349	378.3	-	248.60	-	310	
Sources	(ANRH)	anonye, (2004)	Ahriz et al, (2011)	El houati, (2009)	Tazibt et Zabat (2012)	et d oun jahfar ag, (2016)	Mohamed Amrou che (2017)	Afiri et (2018)	Mezghich, et Benazzouz, (2018)

Chapitre 4 Suivi des paramètres physicochimiques dans les eaux du lac de Réghaia

Tableau 7.3 : Tableau récapitulatif des résultats des paramètres (Eléments minéraux (mg/l) et métalliques (µg/l) de 1993 à 2018 pour le mois de Mai.

	1993	2000	2005	2009	2012	2016	2017	2018
Cl	-	-	389.55	-	162.2	-	-	223
Ca	-	-	171.07	-	99.11	-	-	533.33
Mg	-	-	47.88	-	23.11	-	-	385
Cr	<0.05	0.05	0.00	-	67.5	-	-	84.4
Hg	<0.05	0.01	-	-	11.4	-	-	-
Cd	<0.03	0.05	0.00	-	<3	-	-	1.6
Zn	0.242	0.05	0.023	-	256	-	-	0.6
Cu	-	-	0.009	-	33.3	-	-	72.8
Pb	<0.1	0.05	-	-	<20	-	-	0.26
Sources	(ANRH)	anonye, (2004)	Ahriz et al, (2011)	El houati, (2009)	Tazibt et Zabat (2012)	et Mohamed doun jahfar ag, (2016)	Afiri et Amrouche (2017)	Mezghich, (2018) et Benazzouz, (2018)

4.1 Température

Durant la période de 1993 à 2018, on a constaté des fluctuations de la température de l'eau du lac de Réghaia qui oscille entre 20 et 24°C (Figure 5). Cela veut dire que les valeurs de la température de l'eau du lac de Réghaia varient en fonction d'un rythme saisonnier. Cette valeur élevée de la température, (caractéristique des milieux tropicaux), joue un rôle fondamental dans la cinétique des réactions biologiques et physicochimiques, ainsi que sur la valeur des constantes d'équilibre de ces réactions (Vogel et Angenmann, 1970)

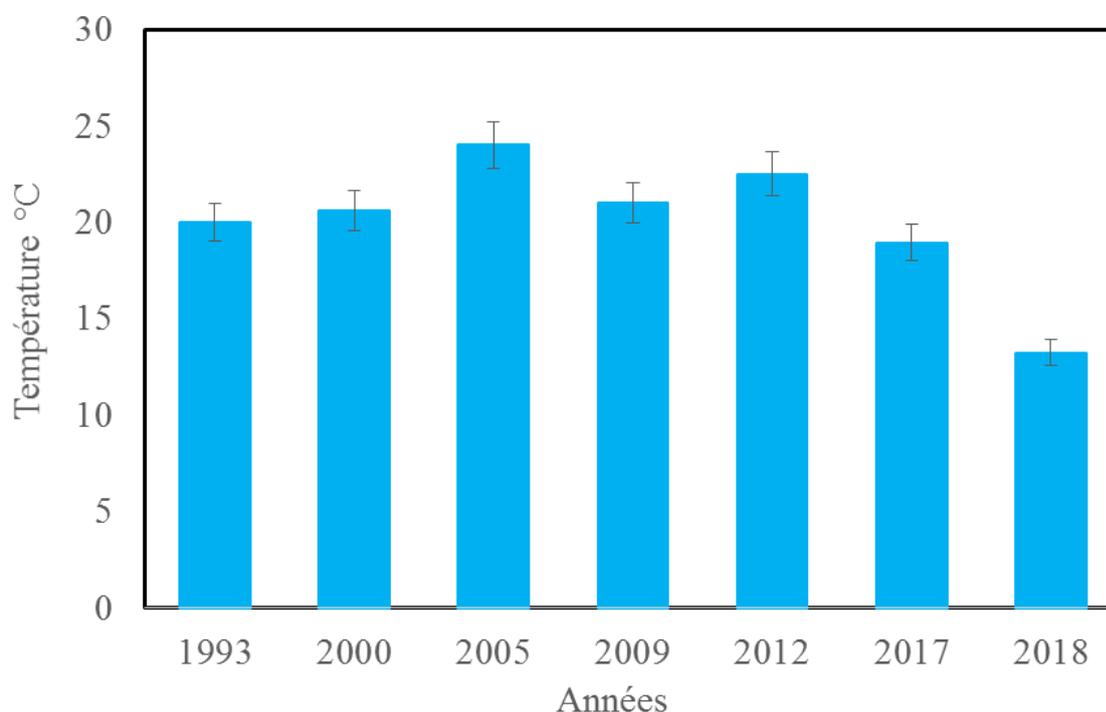


Figure 5 : Variation de la température des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018

4.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Les eaux de lacs de Réghaia sont légèrement alcalines. Les valeurs du pH sont de l'ordre de 7,4 à 8,4 enregistrés entre 1993 et 2018 (Figure 6).

Le pH conditionne les équilibres physico-chimiques, il dépend de facteurs multiples, comme la température et l'origine de l'eau, il représente une indication importante en ce qui concerne l'agressivité de l'eau (aptitude à dissoudre le calcaire).

Le pH de l'eau du lac de Réghaia enregistré durant la période de 1993 à 2018 présente des valeurs qui ne dépassent pas les limites admises (ANRH, 2012).

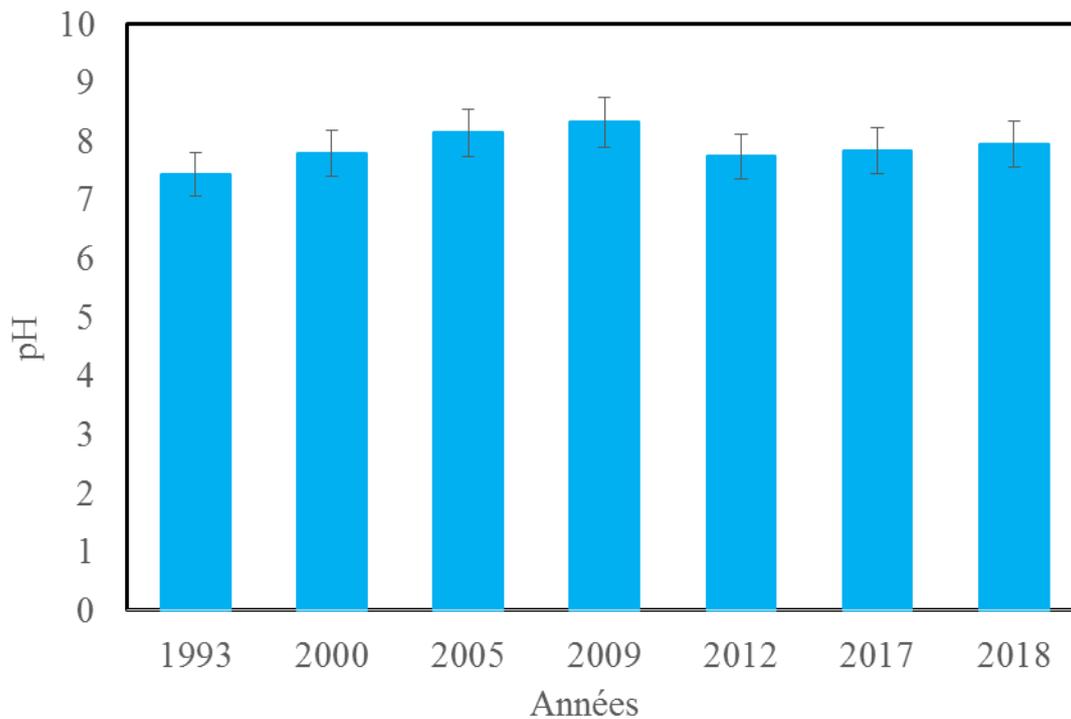


Figure 6: Variation du pH des eaux du lac de Réghaia durant la période 1993-2018

4.3. Conductivité électrique (CE)

D'après les résultats de la conductivité illustrée dans la figure 7, les eaux du lac de Réghaia se caractérisent par une conductivité de l'ordre de 1.8 à 2.4 mS/Cm.

La valeur minimale est enregistrée en 2018 et la valeur maximale est enregistrée dans l'année 2000. Selon **Rodier et al., (1996)**, la conductivité, varie en fonction de la température, et est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature.

Les valeurs maximales sont constatées en 2000 (2.40 ms/cm), ceci est due à l'effet de l'évaporation de l'eau induisant une augmentation de la concentration des sels qui influe ainsi sur la mobilisation des ions ; Donc la mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (**Rodier, 1984**). Par contre, les valeurs minimales enregistrées en 2018 (1.09 ms/cm) sont due à la dilution par les eaux de précipitation.

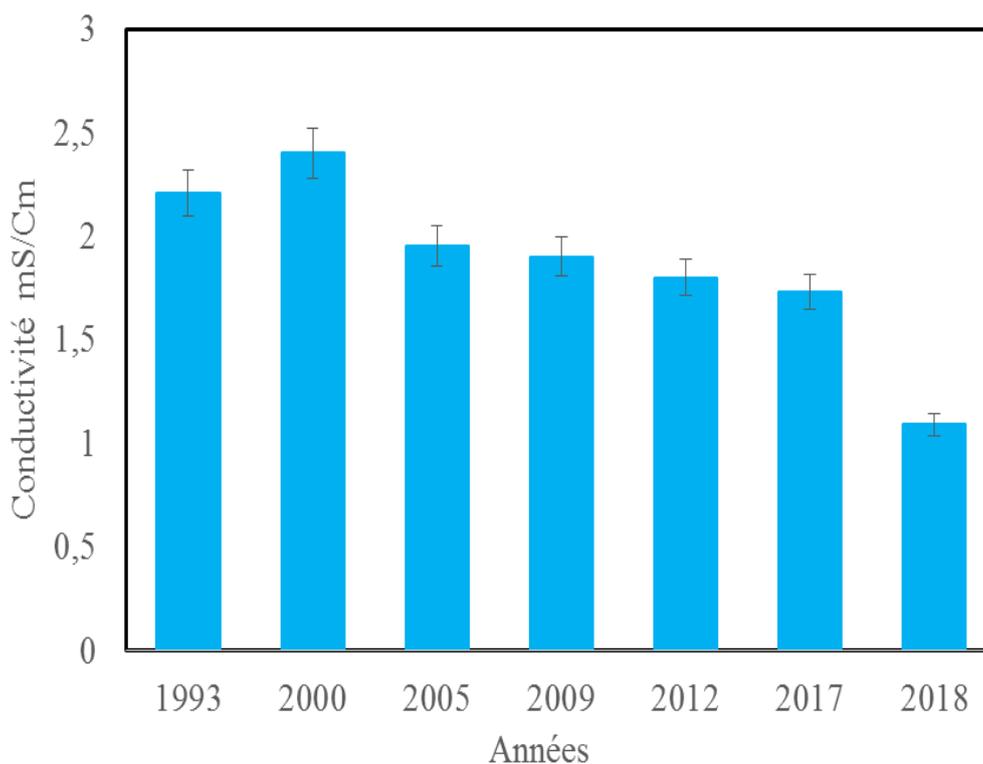


Figure 7: Variation de la conductivité électrique des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018

4.4. Oxygène dissous

Dans la figure 8, sont présentées les valeurs de l'oxygène dissous (%) enregistrées pour les années 2005, 2009 et 2017. Les valeurs sont de l'ordre de 2 à 3.67.

Les valeurs de O₂ dissous peuvent nous donner une indication sur l'activité photosynthétique qui est due à la croissance de la biomasse végétale.

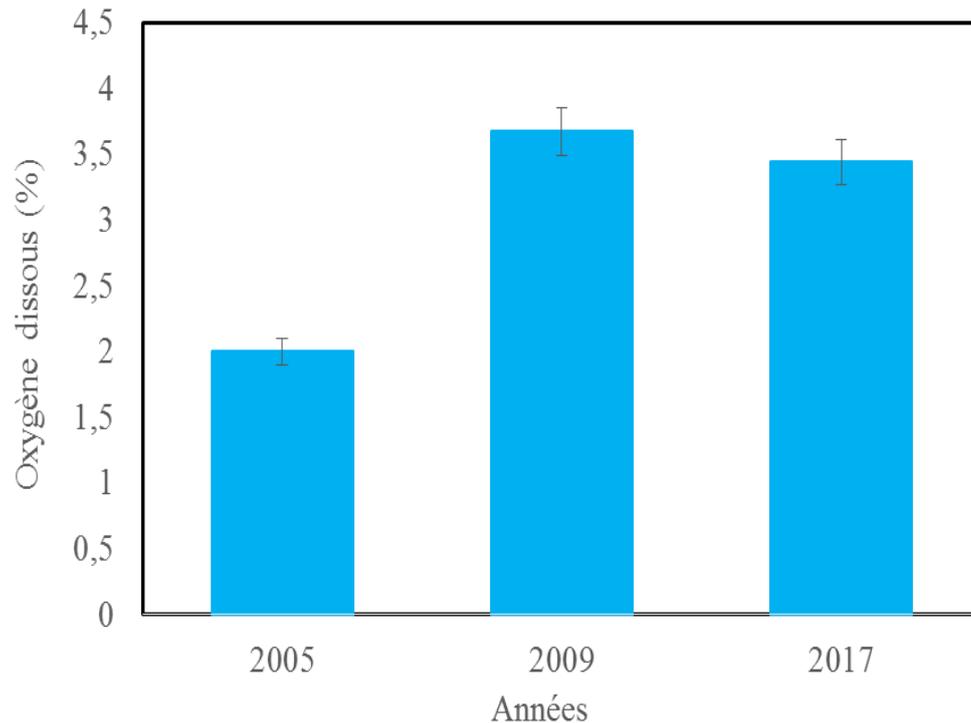


Figure 8 : Variation de l'oxygène dissous des eaux du lac de Réghaïa durant la période 2005-2017

4.5. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La figure 9, représente la variation de la DBO₅ des eaux du lac de Réghaia durant la période (1993-2018).

Les valeurs de la DBO₅ dépassent largement la norme requise pour les eaux de surface (ANRH, 2012). Les enregistrés sont de l'ordre de 55 et 114 mg/L.

La valeur maximale est enregistrée en 1993 (114mg/L) indiquant que la présence de matières biodégradables proviennent soit des rejets urbains, soit des eaux usées industrielles de la zone Rouiba-Réghaia caractérisés par une forte concentration en matière organique fermentescibles ; qui est à l'origine des concentrations extrêmes.

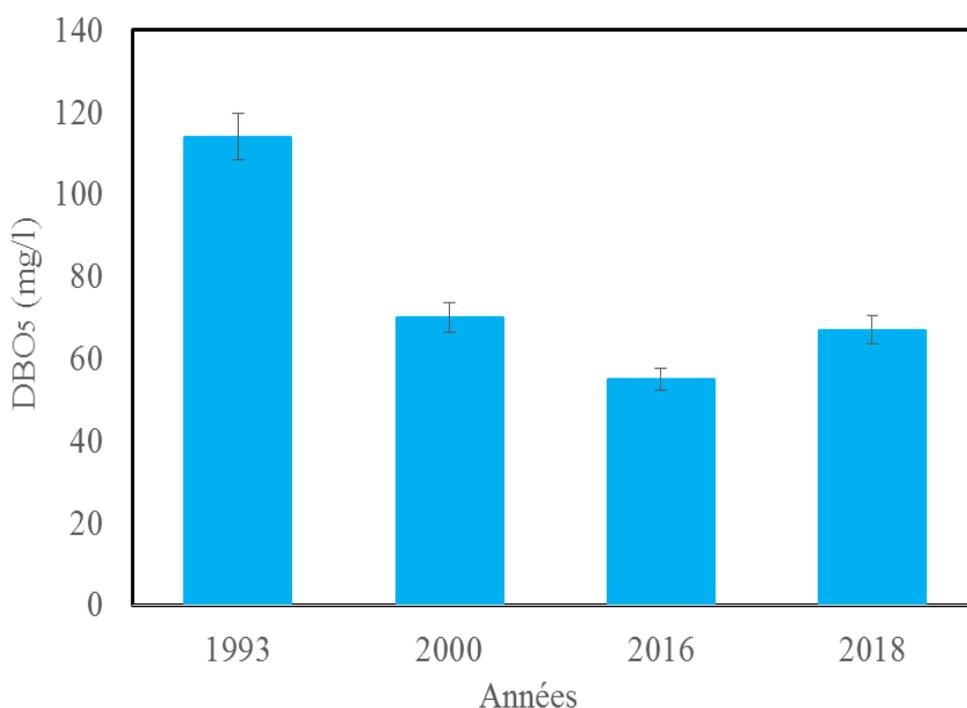


Figure 9: Variation de la DBO₅ des eaux du lac de Réghaia durant la période 1993-2018

4.6. Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure 10 représente la variation de la DCO des eaux du lac de Réghaia durant la période (1993-2018). De ce graphe, on constate que l'évolution de la teneur de DCO dans les eaux du lac oscille entre 38.05 mg /L et 980 mg/L.

Les valeurs enregistrées durant les années (1993-2018) dépassent largement la norme (ANRH, 2012).

Au cours des années (1993-2016) les valeurs enregistrées sont de 38.05 à 400 mg/L, ces valeurs ont une tendance d'augmenté comme celle signalé en 2018 dont la DCO atteindre les 980 mg/L.

L'évacuation des rejets de la zone industriels Rouïba-Réghaia riche en matières chimiques et des rejets domestiques dans le lac peuvent être à l'origine des valeurs de DCO.

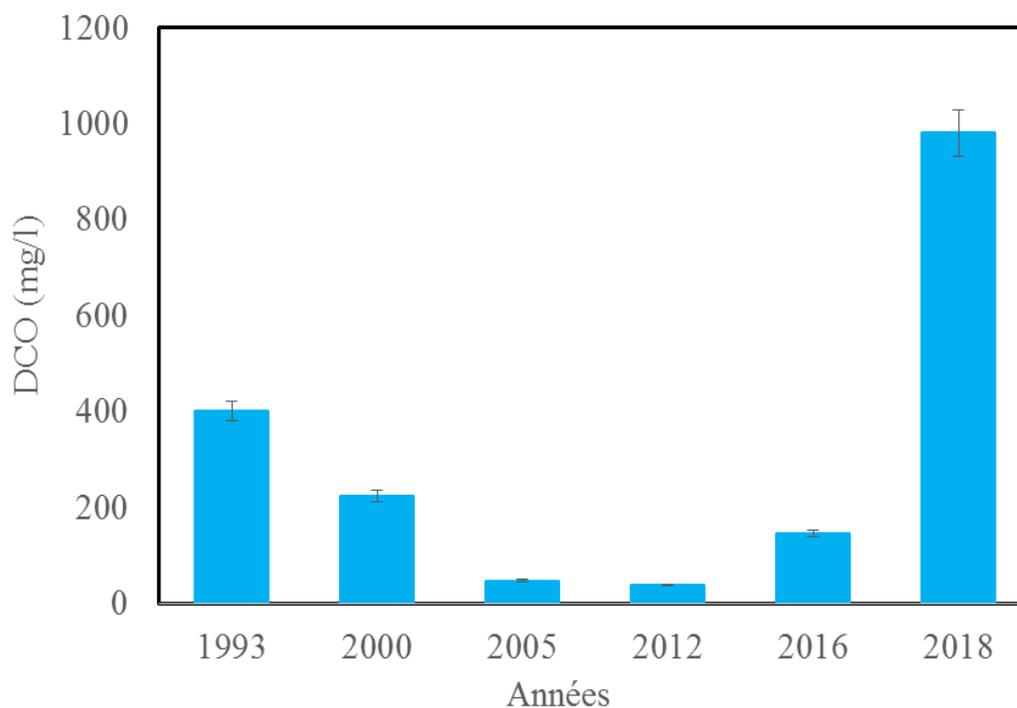


Figure 10 : Variation de la DCO des eaux du lac de Réghaia durant la période 1993-2018

4.7. Le rapport DCO/DBO₅

La figure 11 représente les résultats de rapport DCO/DBO₅ des eaux du lac de Réghaia durant la période (1993-2018). Ce rapport varie entre 2.63 et 14.62.

L'augmentation du rapport traduit l'augmentation de la proportion des matières organiques non biodégradables. Plus il se rapproche de 1, plus le rapport DCO/DBO₅, indique la biodégradabilité d'un rejet d'eaux usées selon leur charge organique. Si DCO/DBO₅>2, il indique une eau d'égout industrielle difficilement décomposable (**Bountoux, 1993**).

Nous remarquons que les résultats obtenus sont tous supérieurs à 2, et donc indique une eau d'égout industrielle difficilement décomposable.

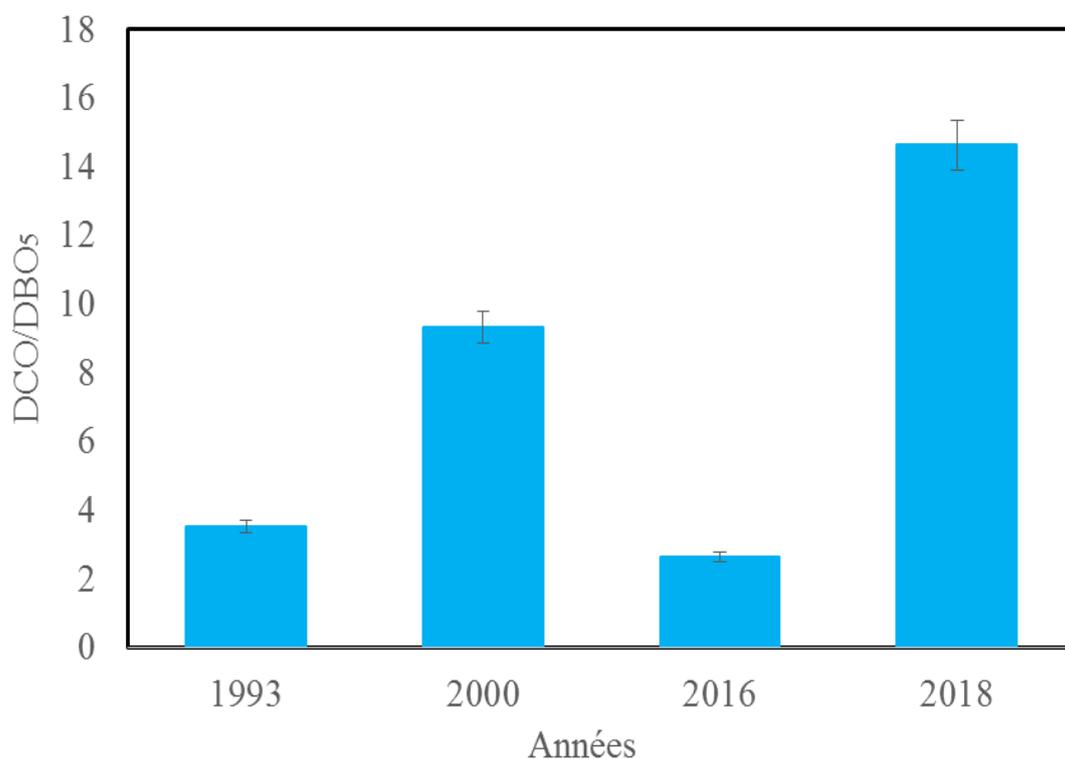


Figure 11 : Les variations de rapport DCO/ DBO₅ des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018

4.8. L'azote ammoniacal (NH_4^+)

Les concentrations en ammonium enregistrés durant la période 1993-2017 sont présentées dans la figure 12.

De cette figure, on remarque que, les concentrations les plus élevées en azote ammoniacal sont enregistrées en 2009 et 2016.

Ces teneurs élevées sont à l'origine de l'évacuation des rejets urbains et domestiques dans les oueds qui alimentent le lac à savoir : oued Réghaia et oued El biar, Les concentrations de NH_4^+ enregistrés ont dépassés les 8 mg /L ce qui est supérieur à la limite admise (ANRH, 2012).

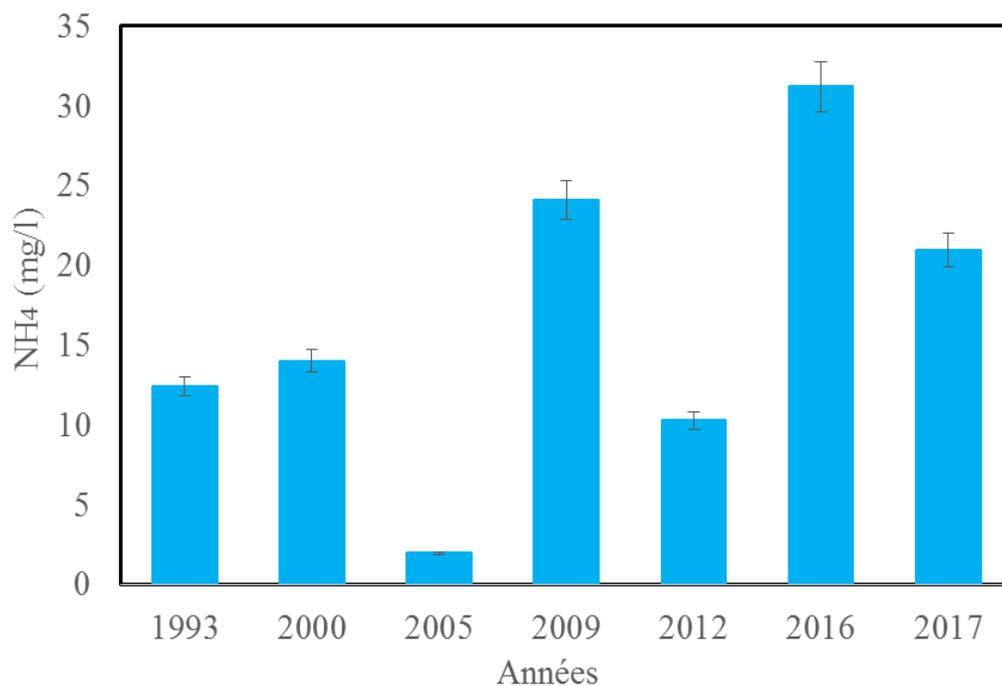


Figure 12 : Variations de l'azote ammoniacal du lac de Réghaïa durant la période 1993- 2017

4.9. Nitrite (NO_2^-)

Dans la figure 13 sont présentés les résultats des teneurs en NO_2^- enregistrés durant la période du 1993-2018

D'après ces résultats on constate que les valeurs des teneurs en nitrites varient entre 0.47 mg/L et 145,94mg/L. il s'est établi une augmentation en 2017, ceci est un signe de pollution majeure.

Les valeurs trouvées pour les nitrites sont supérieures aux normes admises des eaux de surface (ANRH, 2012).

Ces teneurs élevés des nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium qui se transforme en nitrite, soit par une réduction de nitrates, qui sont d'origine agricole, sous l'influence des bactéries dénitrifiantes (Belkacem et al., 2011)

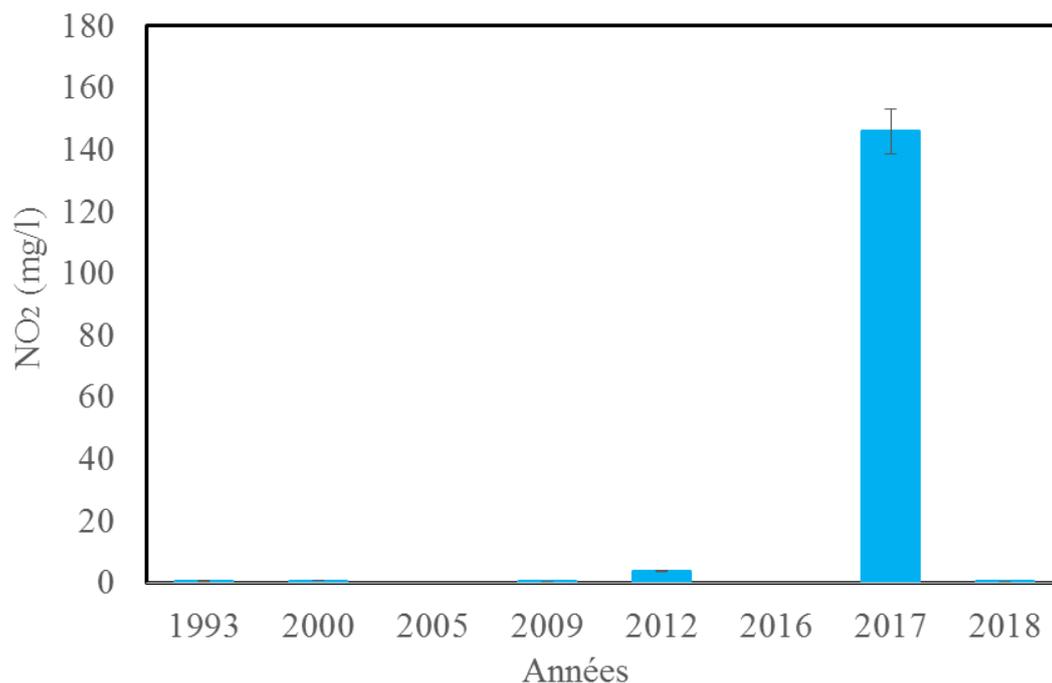


Figure 13 : Variations des nitrites du lac de Réghaia durant la période du 1993-2018

4.10. Le Nitrate (NO_3^-)

La figure 14 présente les variations du NO_3^- durant la période du 1993 -2018.

Les concentrations de nitrate dans les divers sites de prélèvement sont comprises entre 0.54 et 78.93 mg/L. La concentration la plus élevée est observée en 2017 (78.93 mg/L), elle est supérieur à la limite admise (**ANRH, 2012**)

Cette valeur élevée peut être due à l'utilisation excessive d'engrais dans l'agriculture, aux déchets végétaux et animaux ainsi qu'aux effluents domestiques et industriels

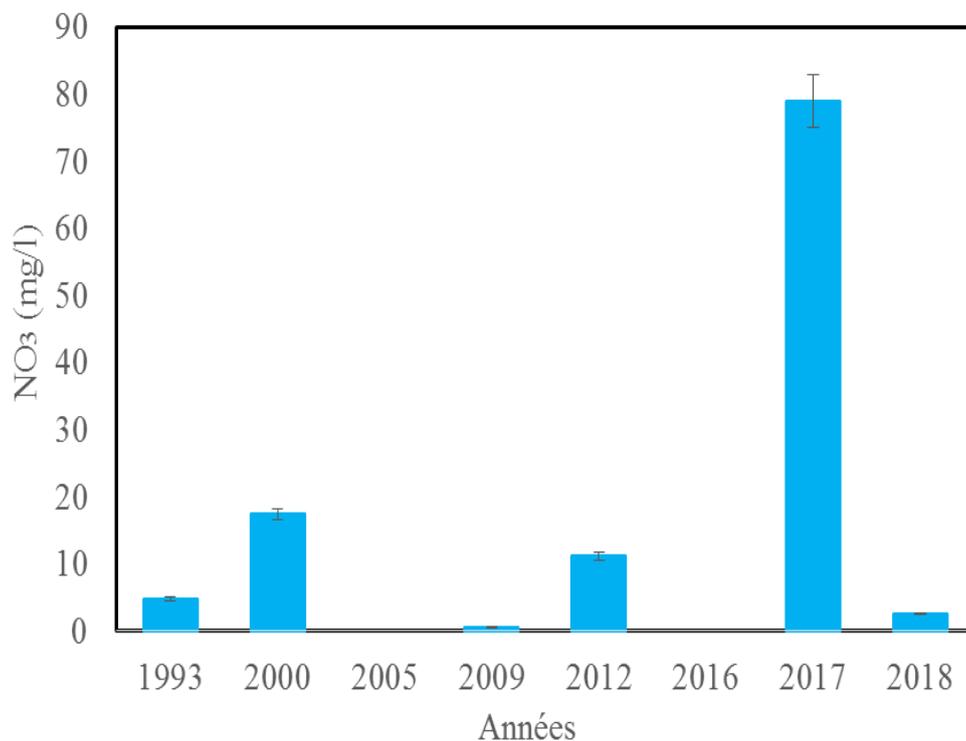


Figure 14 : Variations des nitrates du lac de Réghaia durant la période du 1993-2018

4.11. L'azote total Kjeldahl (NTK)

Les concentrations en NTK enregistrées sont représentées dans la figure 15.

D'une manière général, on constate que, les teneurs en NTK ont largement dépassés la limite admise de 10 mg/L (ANRH, 2012), ces teneurs sont de l'ordre de 22.2 à 38.7 mg/L

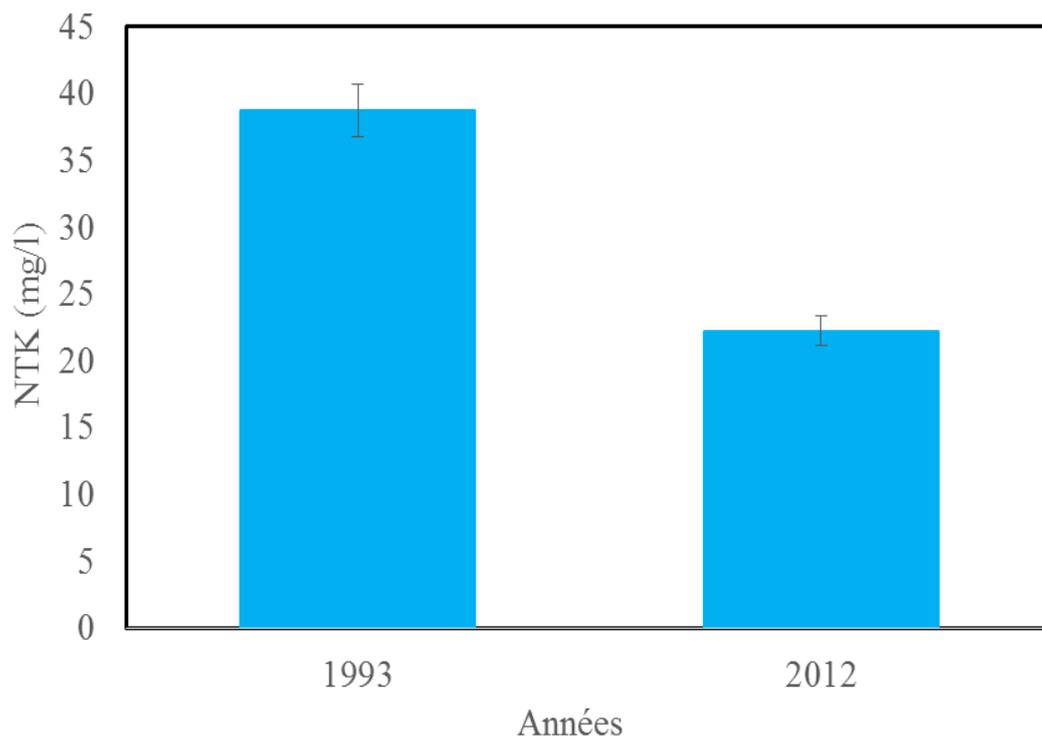


Figure 15 : Variations de NTK du lac de Réghaia durant la période du 1993 -2012

4.12. Orthophosphate (PO_4^-)

Les concentrations en Orthophosphate enregistrés durant la période 1993-2017 sont représentées dans la figure 16.

La lecture des résultats obtenus, nous permet de dire que, Les teneurs en Orthophosphate des eaux du lac sont faibles varient de 1.16 mg/L à 4.42 mg/L durant les années 1993 à 2009.

On constate également des concentrations extrêmes qui dépassent les 90.84 mg/L en 2017.

Généralement les faibles concentrations sont dues à une prolifération d'une biomasse algale consommatrice de phosphate (**Ryding et Rast, 1994**)

On constate une accumulation du taux de phosphate suite à l'apport permanent de cet élément par les eaux résiduaires urbaines et industrielles issues de l'usine de détergent de Réghaia.

Parmi les raisons pouvant justifier ces concentrations plus élevées en 2017 c'est la présence de macrophytes en décomposition dans ce lac, qui enrichissent le milieu en phosphates par une minéralisation du phosphore précédemment sous forme organique.

Cette pollution peut conduire à des graves déséquilibres de l'écosystème lacustre car cet élément est dans la majorité des cas le facteur limitant du processus d'eutrophisation.

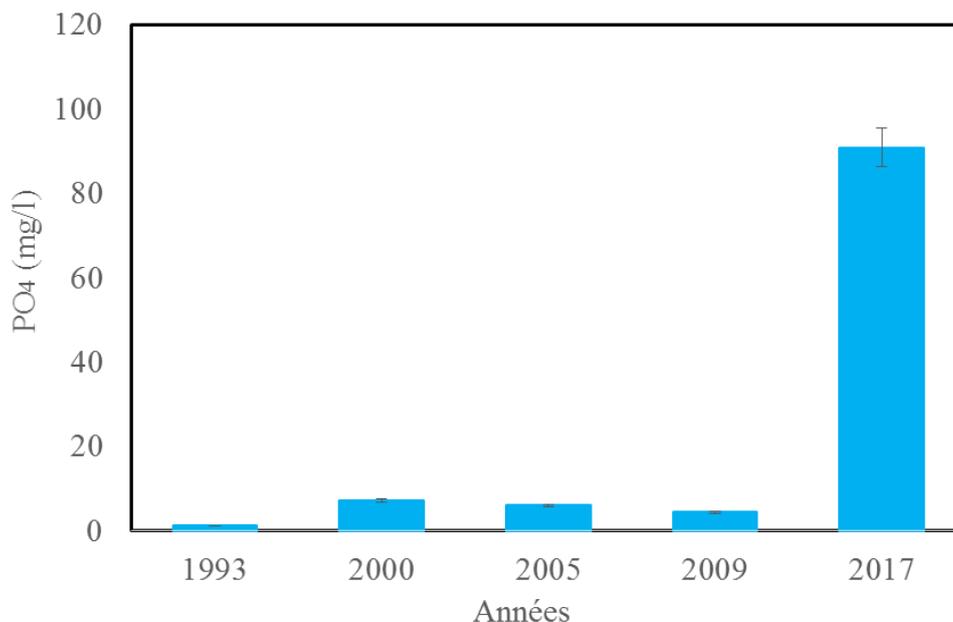


Figure 16: Variation d'Orthophosphate du lac de Réghaïa durant la période 1993-2017

4.13. Le rapport N/P

Ce rapport concerne les formes nutritives directement bio-disponibles. Les résultats présentés dans la figure 17, indiquent que le rapport N/PO_4^- est supérieur à 7 en 1993 et inférieur à 7 en 2000, 2005, 2009 et 2017.

Le phosphore est très globalement le facteur limitant de la production photosynthétique.

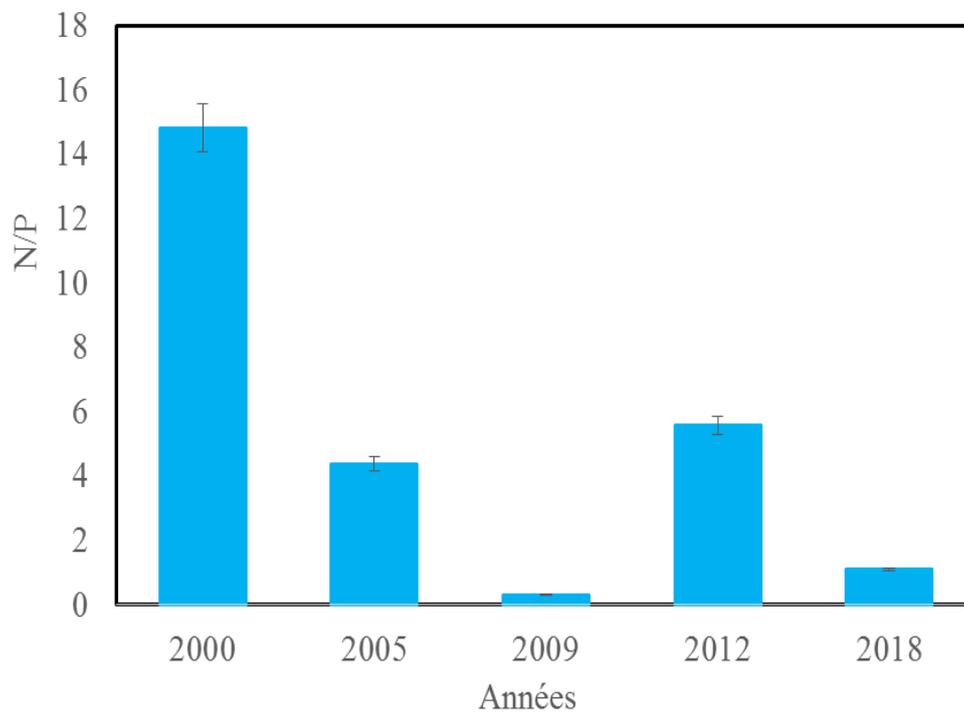


Figure 17 : Variations de rapport N/P du lac de Réghaïa durant la période 1993-2017

4.14. Matière en suspension MES

La teneur en matière en suspension des eaux est très variable selon les cours d'eau. D'après la figure 18, on remarque que les concentrations en MES fluctuent entre 490 et 1000 mg/l durant la période 1993-2018

Selon ANRH (2012), cette pollution par les MES est due à la présence de matières fines, particules minérales et organiques demeurant en suspension dans l'effluent, ces matières proviennent principalement des résidus urbains et industriels.

Ces valeurs élevées donnent à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur.

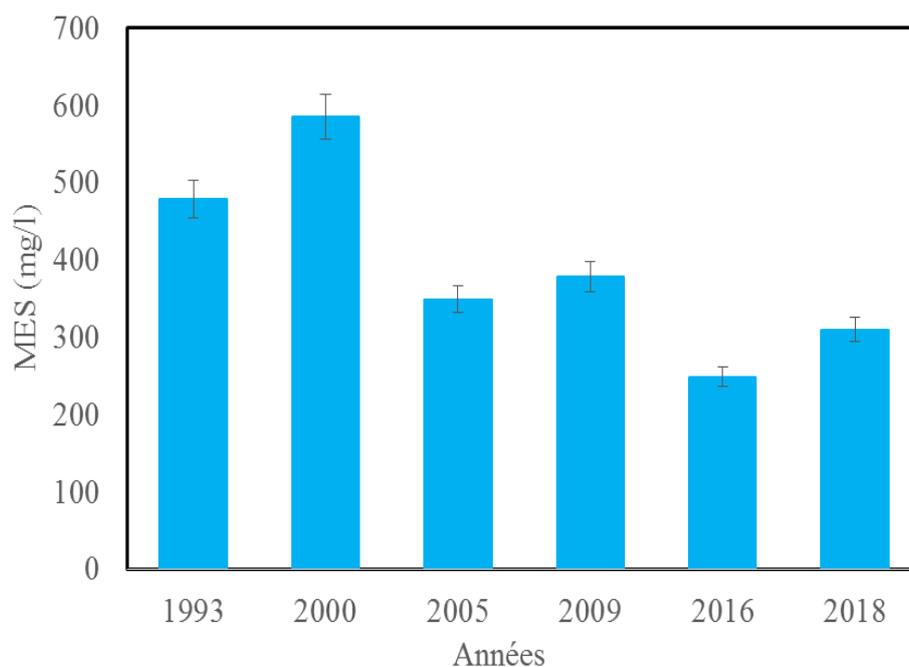


Figure 18: Variation de la matière en suspension des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018

4.15. Sodium

Les concentrations de Sodium des eaux du lac de Réghaïa durant la période 2005-2012 sont représentées dans la figure 19.

La lecture de ces résultats montre que les teneurs en sodium sont globalement concentrées. Le Sodium (Na) est toujours rattaché aux apports anthropiques essentiellement d'origine urbaine caractéristique de ce système lacustre.

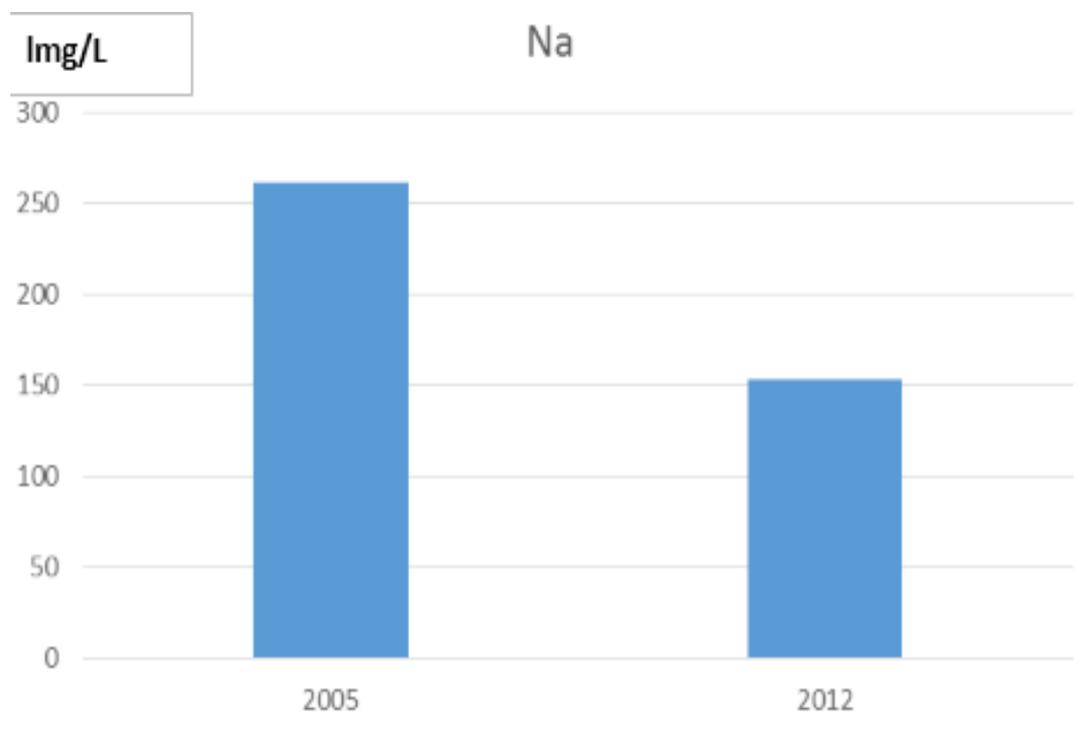


Figure 19 : Les variations de Sodium du lac de Réghaïa durant la période 2005-2012

4.16. Les Chlorures

Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives. La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé.

Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux du lac de Réghaia, les teneurs en chlorures sont inférieures à 200 mg/l en 2012 et supérieures à 200 mg/L en 2005 et 2018 (figure 20).

De cette figure, on remarque que ces valeurs ont dépassés les limites admises de qualité moyenne à mauvaise (ANRH, 2012)

Cette charge est liée principalement à la nature du bassin versant et aux lessivages des eaux usées urbaines et industrielles (Rodier et al., 2005). Leur présence est liée essentiellement aux rejets de TAMEG (Tannerie mégisserie de Rouiba) caractérisés par une forte teneur en sel (NaCl) utilisé pour activer la saponification. La diminution des valeurs en 2012 est liée à la dilution par les apports des affluents du réservoir ainsi que les eaux de ruissellement.

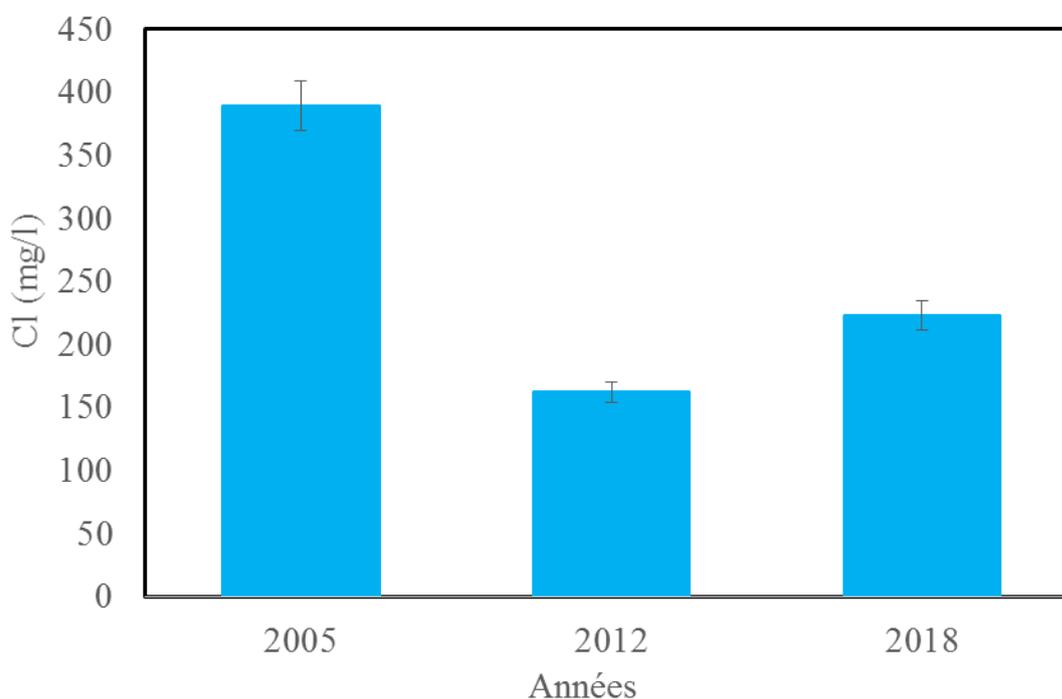


Figure 20 : Variation des Chlorures du lac de Réghaia durant la période 2005-2018

Chapitre 4 Suivi des paramètres physicochimiques dans les eaux du lac de Réghaia

4.17. Calcium et magnésium

Les figures 21 et 22 illustrent une évolution similaire du calcium et du magnésium. Teneurs moyennes en magnésium sont de l'ordre de 50 mg/l en 2005 et 390 mg/l en 2018. Le calcium atteint 180 mg/l en 2005 et 550 mg/l en 2018.

Le magnésium est le deuxième cation contenu dans les cellules après le potassium. Il joue un rôle de stabilisateur de la membrane cellulaire en protégeant la cellule contre la rétention du Sodium. C'est un élément indispensable pour la croissance, il intervient ainsi dans l'activation du système enzymatique, la synthèse des protéines et le métabolisme des lipides (**Rodier et al., 1996**).

Ceci est en relation avec la nature géologique du site qui constitue la principale source de ce cation, par la dissolution d'argile, ajoutés à son origine industriels par les rejets. La concentration du Mg dans les eaux douces est inférieure à celle du Ca, ce qui n'est pas le cas dans les eaux du lac de Réghaia.

Le calcium est un élément indispensable à la vie, l'un des principaux constituants de la cellule vivante. Il concourt pour une très large part à l'édification des structures squelettiques : Paroi cellulaire végétale, tests des diatomées etc... (**Hachette, 2005**). Il nous renseigne donc sur la productivité des eaux douces (**Rodier et al., 1996**), il se brûle dans l'oxygène en donnant la chaux (CaO) et se combine avec les halogènes et avec l'azote en formant un nitrure qui produit de l'ammoniac au contact de l'eau (**Hachette, 2005**)

Les résultats obtenus (Figure 22) montrent une irrégularité temporelle importante, avec des concentrations élevées 370mg/l en 2018. Cette augmentation est expliquée par une altération de la roche mère (**Yelle et al., 2003**), sachant que le calcium est très abondant dans l'écorce terrestre (**Hachette, 2005**). Par contre, 2012, on note des teneurs faibles avec un minimum de 70mg/l.

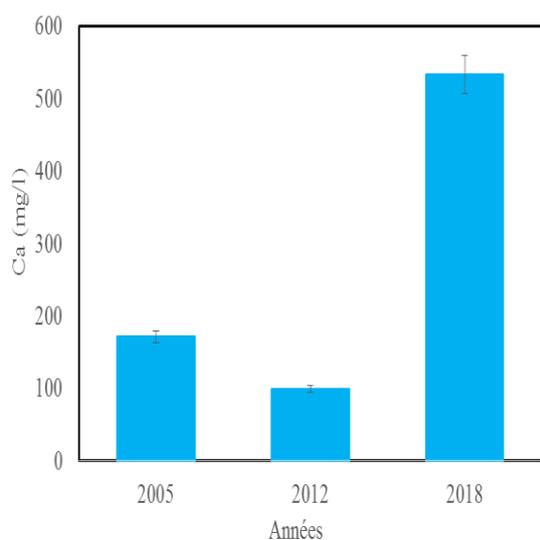


Figure 21 : Variation de Calcium du lac de Réghaia (2005-2018)

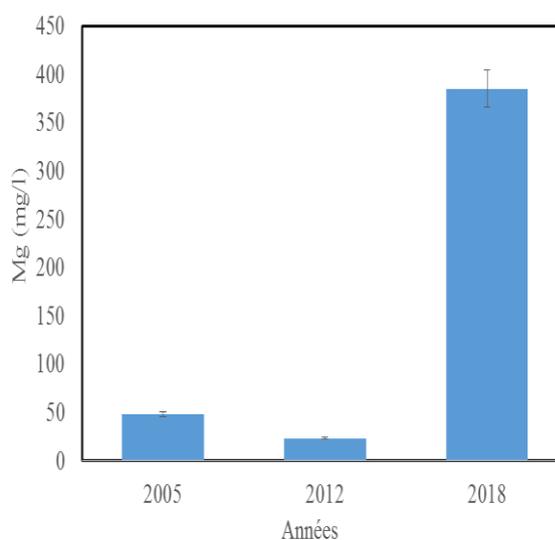


Figure 22 : Variation de Magnésium du lac de Réghaia (2005-2018)

4.18. Les métaux lourds

Les métaux et les métalloïdes tels que le zinc, le cuivre et le plomb sont des éléments naturellement présents dans la nature mais ils sont également libérés par de nombreux processus industriels à des concentrations qui peuvent être toxiques pour les amphibiens. Les concentrations des métaux lourds des eaux du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018 sont représentées dans la figure 23.

Plusieurs métaux lourds peuvent être présents dans les eaux des lacs. Dans notre étude, on se limite à la détermination de six éléments présents dans l'eau de lac de Réghaïa, à savoir : Pb, Cr, Cd, Cu, Zn et Hg (Figure 23).

Selon les résultats obtenus, on observe des augmentations importantes de ces éléments. Une partie importante de ces métaux lourds peut provenir des intrants utilisés (engrais chimiques, insecticides ou fongicides) et des rejets industriels de la ville de Réghaïa.

La présence de ces métaux lourds dans les eaux du lac de Réghaïa à des concentrations minimales indique que le lac ne souffre pas du problème des concentrations élevées des métaux lourds, mais il faut faire attention au risque de pollution par les métaux lourds car les concentrations de Cu, Hg ont tendance à augmenter de manière remarquable.

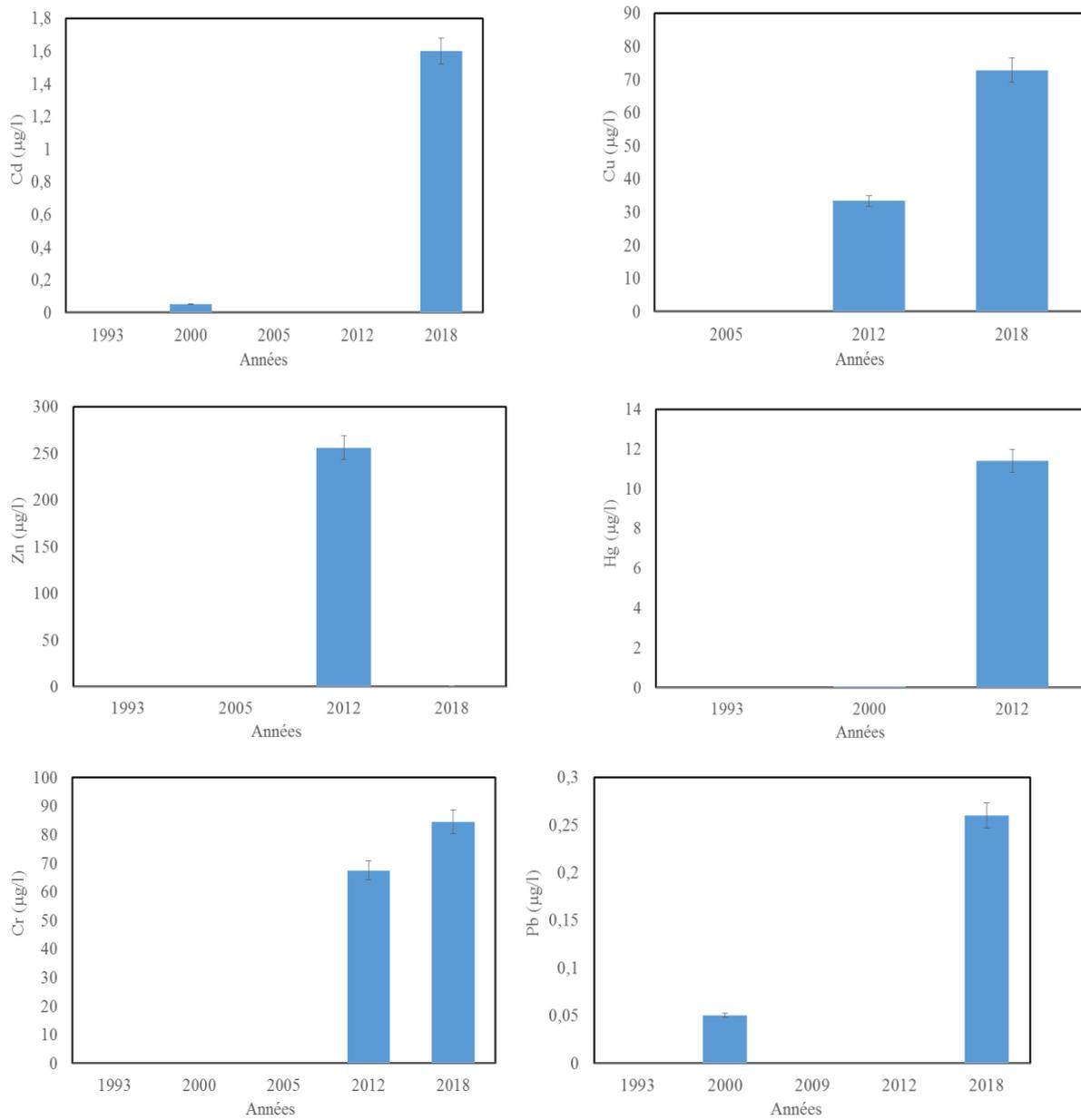


Figure 23 : Les variations des métaux lourds du lac de Réghaïa durant la période 1993-2018

Conclusion

Conclusion

Depuis plusieurs années, les études scientifiques réalisées mettent l'accent sur un ensemble de menaces réelles, endogènes et exogènes, dont les impacts commencent à être constatés dans l'ensemble des zones humides d'Algérie.

Les zones humides ont la capacité d'épurer l'eau, mais cette capacité est limitée, surtout lorsque ces eaux usées contiennent des substances chimiques toxiques, des pesticides et des composés d'hydrocarbures et d'éléments métalliques, et que la végétation riveraine capable de recycler ces matières dans l'écosystème vient à diminuer.

Notre étude de la pollution de l'eau à partir des paramètres physico-chimiques a permis de suivre l'état et la qualité des eaux du lac de Réghaia sur une période allant de 1993 jusqu'au 2018 en mois de Mai.

Les eaux dans le lac de Réghaia révèlent des concentrations élevées presque pour tous les paramètres physico-chimiques tels que : DCO, DBO₅, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, NTK, Cl, PO₄⁻, conductivité et MES à l'exception de pH, la température et les métaux lourds.

Selon les normes de la grille de qualité des eaux (ANHR, 2012), on peut conclure que l'état trophique des eaux du lac de Réghaia se répartit généralement en des classes : (mauvaise, et très mauvaise), ce qui montre le risque d'eutrophisation pour les eaux du lac.

A noter que, les rejets provenant de la zone industrielle Rouiba- Réghaia constituent la principale source de pollution dans le lac de Réghaia, ainsi que toutes les activités anthropiques au niveau du lac.

La situation actuelle de la qualité des eaux du lac de Réghaia est critique, en effet l'évolution de la pollution des eaux du lac nous interpelle par sonner la sonnette d'alarme pour une intervention urgente des autorités, d'où nos recommandations :

- Il est nécessaire d'installer de mini-station d'épuration au niveau de toutes les industries pour un traitement primaire,
- Augmenter la capacité de traitement de la station d'épuration de Réghaia,
- Etiage et curage du lac,
- Maintenir un suivi de la qualité physico-chimique afin de constituer une base de données sur ce plan d'eau
- Eliminer toutes les sources de pollution notamment de l'affluent : oued EL Biar, par l'aménagement de ce cours d'eau en détournant leur itinéraire vers la

Conclusion et perspectives

station d'épuration ou bien la construction d'une station de traitement des eaux usées locale en prévision de l'augmentation de la pression démographique

- Mettre en application des normes sectorielles de rejets avec un suivi régulier des rejets et des eaux des affluents
- Lancer un programme de recherche avec les universités sur des études de réhabilitation du lac de Réghaia.

Annexe

Grille de la qualité des eaux de surface selon ANRH (2012).

Qualité Paramètres	Unité	Bon	Moyen	Mauvais	Trais mauvais
Température de l'eau	C°	20-22	22-25	25-30	30
Ph	-	6.5 à 8.5	6-6.5 ou 8.5-9	5.5-6 ou 9-9.5	<5.5 ou >9
Conductivité	µS/cm	400-750	750 à 1500	1500 à 3000	>3000
MES	mg/L	<30	30-70	70	>70
Chlorure (Cl)	mg/L	10-150	150-300	300-500	>500
NH4	mg/L	≤ 0.5	≤ 2	≤ 8	>8
NO3	mg/L	≤ 10	10-20	20-40	>40
NO2	mg/L	≤ 0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
PO4	mg/L	≤ 0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
DBO5	mg/L	<5	5-10	10-15	>15
DCO	mg/L	<20	20-40	40-50	>50
DCO / DBO5	mg/L	-	-	≥ 2	-
NTK	mg/L	≤ 2	2-3	3-10	>10

Références bibliographiques

ABA R. , (2016) : « Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques des eaux de la zone humide du lac de Réghaia – Evaluation 1993 -2016 ». Mémoire Master II en Génie de l'environnement Option Effets des effluents industriels.

ABRID, D. ; LAAFOU, S. ; ABDALLAOUI, A. ; EL HMAIDI, A., ESSAHLAOUI, A. Les métaux lourds dans les sédiments de la retenue de barrage Sidi Chahed (région de Meknès, Maroc).

ADO G., DESAYES H. & MAMA D. 2000. Etude statistique du rôle du phosphore et de l'azote NTK dans le mécanisme de l'eutrophisation des lacs de la ville de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire. J. Soc. Ouest – Afr. Chim. 010 155 – 171.

AELB .(2013) : Cahier pédagogique n° 1 . Agence de l'Eau Loire-Bretagne.Etablissement public du Ministère chargé du développement durable –France .

AFIRI et AMROCHE (2017) : Etude de l'effet des sels nutritives phosphatés et azotés sur l'évolution de l'état écologique de la plaine d'eau du lac de Réghaia. Mémoire fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master II, Université M'hamed bougara de Boumerdes.

AHRIZ S, NEDJRAOUI D et SADKI N(2011) : Impact de la pollution industriel sur un écosystème lacustre :determination de la bio accumulateur, Science technologie 2011 ,p 4°16

AMROUHE6- LARABI L., DENYS C., BOUKHEMZA M., BENSIDHOUM M., HAMANI A., NICOLAS V., KHIFER L., ET RABAH MAMOU R., 2015–inventaire des petits vertébrés terrestres de quelques localités du Nord Algérien. Travaux de l'institut scientifique. Série générale, n°8 : 85-95.

ANONYME (2000). Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement 253p

ANONYME (2004) : Projet de classement de la réserve naturelle du lac de Réghaia. Doc. Centre cynégétique de Réghaia, Alger, 47p

ANONYME (2004a). Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale. ED. DGF, Alger, 105p

ANONYME(2005). Activité : Gestion intégrée des zones côtières. Action pilote : site du lac de Réghaia. 45p

ANRH Agence Nationale des Ressources Hydriques, **2012.** Bulletins mensuels de la qualité des eaux superficielles. Alger.

bactériologiques des eaux du Lac de Réghaïa (Wilaya D'ALGER) . Thèse Master Université Saad DAHLEB de Blida.52p.

BAGNOULS F. GAUSSENH ., 1953 – saison sèche et indice xérothermique. Bull soc, hist. Toulouse, vol. 8 :193-239.

BELABED, B. E.; MEDDOUR, A.; SAMRAOUI, B.; CHENCHOUNI, H. Modeling seasonal and spatial contamination of surface waters and upper sediments with trace metal elements across industrialized urban areas of the Seybouse watershed in North Africa. Environmental Monitoring and Assessment 189 (2017) 1-19.

BELGHERBI, B.; BENABDELI, K. Contribution à l'étude des causes de la dégradation de la forêt de Tamarix de la zone humide de la Macta (Algérie occidentale). Forêt méditerranéenne 1(2010) 55–62.

BELKACEM Y., BELHOUCHE N., BABALI N., BACHOUCH S., 2011. Rapport finale sur l'état des lieux de la baie de Bou-Ismaïl. CNRDPA., 49p.

BENABDI M., BACHETARZI R., 2015 - bilan diagnostic de la Réserve naturelle du Réghaia (Algérie). Ed. CAR/ASP – projet MedMPAnet, Tunis : 55p.

BENDJAMA, A. ; DJABRIB, L. ; CHOUCHEANE, T. ; BOUKARI, A. ; TLILI, S. La contamination métallique des eaux lacustres des zones humides du PNEK située au Nord-Est algérien. Actes de la conférence internationale sur l'énergie appliquée et la pollution (2014).

BOUAHIM, S.; RHAZI, L.; AMAMI, B.; WATERKEYN, A.; RHAZI, M.; SABER E.R.; ZOUAHRI A.; VAN DEN BROECK M.; MULLER S.D.; BRENDONCK L.; GRILLAS P. Unravelling the impact of anthropogenic pressure on plant communities in Mediterranean temporary ponds. Marine and Freshwater Research 65 (2014) 918–929.

BOUAHIM, S.; RHAZI, L.; ERNOUL, L.; MATHEVET, R.; AMAMI, B.; ER-RIYAH, S.; MULLER, S. D.; GRILLAS, P. Combining vulnerability analysis and perceptions of ecosystem services in sensitive landscapes: A case from western Moroccan temporary wetlands. Journal for Nature Conservation 27 (2015) 1–9.

BOULDJEDRI, M.; DE BELAIR, G.; MAYACHE, B.; MULLER, S.D. Threats to and conservation of North African wetlands: The case of the Ramsar site of Beni-Belaid (NE Algeria). Comptes Rendus Biologies 334 (2011) 757–772.

BOUNTOUX J., 1993. Introduction à l'étude des eaux douces Ed. tect et Da, Paris, 169p.

BRITTON, R. H.; CRIVELLI, A. J. Wetlands of southern Europe and North Africa: Mediterranean wetlands in: Wetlands of the world I de D.F. Whigham et al édition (1993) 129-194.

CHEBLI L., (1971) : Quelques aspects agronomiques de la pollution des eaux du marais de Réghaia. Mém. Ing. INA, El Harrach, Alger, 64 p

CHOUIK F Z, KAMIRI A ET NEDJAR N H 2016 : Evaluation des risques d'eutrophisation du lac de Réghaia à partir des descripteurs physicochimiques. Mémoire fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master II, Université M'hamed bougara de Boumerdes.

CRONK, J. K.; FENNESSY, M.S. Wetland plants: biology and ecology. Lewis Publishers, CRC Press,USA. (2001) 482.

DAGET P., 1977 – le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. Vegetatio ., Vol. 34(2) : 87-103

DAJOZ R., 2006- précis d'écologie. Ed. Durod, paris, 631p.

DE BELAIR, G. Dynamique de la végétation de mares temporaires en Afrique du Nord (Numidie orientale, NE Algérie). Ecologia mediterranea 31(2005) 1-18.

DERGHAL N., (2010). Etude de la végétation du lac de Réghaia, Approche phytosociologique, dynamique et cartographique. Mémoire de magister, INA, Alger. 128p

DREUX P., 1980- précis d'écologie. Ed. Presses universitaires France, paris, 231p

EL HOUATI Habiba, (2009) : Suivi des caractères physico chimique et phytoplanctoniques du lac de Réghaia (Wilaya d'Alger), Thèse Mag, Université de Bab Ezzouar , 31p,

ELKINS N., 1996- les oiseaux et la météo. Ed .delachaux et Niestié, paris, 220p.

FAURIE C., FERRA C, MEDORI P., DEVAUX ET HEMPTINNE J.L., 2019 – Ecologie approche scientifique et pratique, 6^{eme} Ed. Lavoisier, Paris, 488p.

FDR, (2017): Fiche Descriptive Ramsar –Reserve naturelle du lac de Réghaia –Doc : Centre Cynégétique de Réghaia.

GUYARD A, (1995) : « Classification trophique des lacs. Le réseau alimentaire. Eutrophisation et pollution ». Ed. Masson collection d'écologie 25. 956 p.

HACHETTE, 2005 : Encyclopédie multimédia, Atlas et Organise-notes.

HAMEL N., 2011 – les oiseaux de la réserve naturelle du marais de Réghaia dans la wilaya d'ALGER. Actes du congrès de la société Zoologique de France. Nice, 13-16 septembre 2011. Université de Nice-Sophia Antipolis. Nice, France : 184 p.International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering 1 (2014b) 1–7.

KHAZNADAR M; VOGIATZAKIS, I.N.; GRIFFITHS, G.H. Land degradation and vegetation distribution in Chott El Beida wetland, Algeria. Journal of Arid Environments 73 (2009) 369 -377.

KHELLOUL F., (2011). Les anatidés du lac de Réghaia , phénologie du peuplement et statut des espèces. Thèse de magister, Ecole national supérieure agronomique. 102p

LARID M., 2008, « La zone côtière humide de Réghaia dans le littoral Est Algérois (Algérie) : Contribution méthodologique à son plan de gestion », *Cybergeo*, article 425, mis en ligne le 02 juillet 2008.

LE MOAL, M.; GASCUEL-ODOUX, C.; MÉNESGUEN, A.; SOUCHON, Y.; ÉTRILLARD, C.; LEVAIN, A.; MOATAR, F.; PANNARD, A.; SOUCHU, P.; LEFEBVRE, A.; PINAY, G. Eutrophication: A new wine in an old bottle?. *Science of the Total Environment* 651(2019)1-11.

MAINSTONE, C.P.; PARR W. Phosphorus in rivers - Ecology and management. *Science of the Total Environment* 283 (2002) 25–47.

MAKHOUKH M., SBAA M., BERRAHOU A., VAN CLOOSTER M., (2011). Contribution à l'étude physicochimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). *Larhyss Journal*, n° 09, 149 – 169

MEZGHICH, (2018) et SAYOUD KAYABA, (2018) : Evaluation de l'indice de pollution organique et la qualité bactériologique de l'eau du lac de Réghaia. Mémoire fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master II, Université M'hamed bougara de Boumerdes. 38-44p.

MOALI A.,(2006). Diagnostic écologique de la réserve naturelle du lac de Réghaia. Algérie. 44p

MOHAMEDOUN JAHFAR AG,(2016) : Etude des caractéristiques physico-chimiques et

MUTIN G., (1977) : La Mitidja : Décolonisation et espace géographique. O.P.U Alger 607p.

OUESLATI, W. ; ADDED, A. Echange des métaux lourds à l'interface eau-sédiment dans la lagune de Ghar El Melh. *Revue Méditerranéenne de l'Environnement* 4 (2010) 686–695.

PERENNOU, C.; BELTRAME, C.; GUELMAMI, A.; TOMAS VIVES, P.; CAESSTEKER P. Existing areas and past changes of wetland extent in the Mediterranean region: an overview. *Ecologia mediterranea* 38(2012), 53-66.

PERILLO, G.; WOLANSKI, E.; CAHOON, D. R.; Hopkinson C. S. (Eds.). Coastal wetlands: an integrated ecosystem approach. Elsevier (2018) 1124.

RAMADE F., 2003- Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale, 3^{ème} Ed. Durod, Paris, 690p

RAMADE F., 2009 – Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale, 4^{ème}Ed. Durod, Paris ,690p

RAMSAR, 2012. Fiche descriptive sur les zones humides.

REMINI, 2006. La disparition des ghoutas dans la région.

RIVOIRRED, 1952. In anonyme à 2006 fiche descriptive sur les zones humides Ramsar Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural Direction Générale des Mai 2003.

RODIER J, BAZIN C, BROUTIN J-P, CHAMBON P, et RODI L. 1996 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. 8^{ème} édition, Dunod, Paris, 1383p.

RODIER J. 1984. L'analyse de l'eau. 7^e édition. DUNOD

RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L., 2005. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Éd. Dunod, Paris, France, 1384 p.

RYDING S.A., RAST W., 1994. Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. Masson/Unesco. Paris, 294 p.

RYDING S.A., RAST W., 1994. Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. Masson/Unesco. Paris, 294 p.

SAYOUD. ,(2017). Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux du Lac de Réghaia par Indice Diatomique Générique –IDG.

TALEB A., DERGHAL NK., RAKEM-YANINAK., ETBOUMEZBEUR A., (2003). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. Direction générales des forets. 16p.

TAZIBT KATIA &ZABAT DIHYA (2012) : Contribution à la detection de la pollution du lac de Réghaia par l'approche physico chimique et toxicologique : impact de l'eau du lac sur l'agriculture, Thèse ingénieur université de Tizi Ouzou ,118p

THIBAUT M., BOUAZOUNI O., HADJ KADDOUR B., MOALI A., 2006. Plan de Gestion de la Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa (Algérie).Projet life 3 TCY/INT/031. Maghreb zones humides; Protection et Développement Durable des Zones Humides en Afrique du Nord. Direction Générale des Forêts du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural : 85p

YELLE, PAULE E. SALLE., 2003 – Qualité de l'eau d'irrigation. Edition Agri-Vision 2003, Mapaq-St-Remi. 10p

<http://www.cybergeogeo.eu/index18852.html>

Site web : - Tutiempo,2017

www.tutiempo.net

Résumé

Le présent travail décrit le suivi des paramètres physicochimique des eaux du lac du Réghaia afin d'évaluer l'état trophique de lac durant une période s'étalant de 1993 à 2018.

La caractérisation physico-chimique des eaux montre que les principaux paramètres physiques de la qualité (Température, pH) montrent des valeurs relativement compatibles à la vie aquatique. Le suivi des concentrations des nutriments révèle une teneur élevée en Orthophosphate et en azote en relation avec l'eutrophisation.

L'évaluation du risque d'eutrophisation des eaux selon (ANRH 2012) montre que les eaux du lac sont dans un état général mauvais à très mauvais vis-à-vis de leur état trophique.

Mots clés : Suivi, paramètres physico-chimiques, lac de Réghaia

الملخص

يصف هذا العمل متابعة الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه بحيرة رغاية من أجل تقييم الحالة العضوية للبحيرة خلال فترة تمتد من 1993 إلى 2018 دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لهذه المياه تبين أن الخصائص الفيزيائية مثل درجة الحرارة ومعدل الحموضة مناسبة للحياة المائية. التراكيز المرتفعة للمواد العضوية الفوسفاتية والأزوتية دليل على وجود ظاهرة التعفن العضوي في البحيرة.

تقييم خطورة التعفن العضوي حسب الوكالة الوطنية للموارد المائية (2012) يبين أن مياه بحيرة رغاية تندرج في حالتها العامة في القسم السيء والأسيء وذلك حسب درجة الاثراء العضوي لكل معيار من المعايير الفيزيوكيميائية المقاسة

الكلمات المفتاحية: متابعة، الخصائص الفيزيوكيميائية، بحيرة رغاية

Abstract

This work describes the monitoring of the physicochemical parameters of the waters of Lake Réghaia in order to assess the trophic state of the lake during a period extending from 1993 to 2018.

The physico-chemical characterization of the water shows that the main physical parameters of quality (temperature, pH) show values that are relatively compatible with aquatic life. Monitoring of nutrient concentrations reveals a high content of Orthophosphate and nitrogen in relation to eutrophication.

The assessment of the risk of eutrophication of water according to (ANRH 2012) shows that the lake waters are in a generally poor to very poor state with respect to their trophic state.

Key words: Monitoring, physico-chemical parameters, Réghaia lake