

Évaluation de la qualité bactériologique des eaux du complexe de guerbes-sanhadja (wilaya de Skikda- nord est Algérien).

ABDI S (1) ; MERZOUG S (2) ; TABOUCHE K (1) ; MAAZI M⁽¹⁾ et HOUHAMDI M (2).

(1) Univ Mohamed Chérif Messaadia de Souk Ahras, Fac.SNV, Lab Ecosystème Aquatique et Terrestre LEAT, BP 1553 Route d'Annaba, Souk Ahras , Algérie. abdisoumia@hotmail.com

(2) Univ 08 Mai 1945 de Guelma, Fac. SNV et STU, Lab Biologie, Eau et Environnement LBEE, B.P. 401, Guelma, Algérie.

Résumé

Le complexe des zones humides de Guerbes Sanhadja (commune de Ben Azzouz- Wilaya de Skikda) l'un des principaux réservoirs de la biodiversité du bassin méditerranéen d'une superficie de 42000 ha ; joue un rôle important notamment pour l'irrigation et le pâturage. Cependant, La croissance démographique ; l'expansion des centres habités ; et la stratégie nationale de développement agricole reposant sur l'intensification de l'agriculture et la promotion des investissements autour des exploitations agricoles, font peser des menaces importantes sur cette région ce qui présent un grand risque sur la santé publique et contribuent à la dégradation des caractéristiques écologique du complexe. Dans ce contexte la présente étude à pour objectif d'évaluer l'état et le degré de pollution bactériologique des eaux de cet éco-complexe. Cinq sites ont été choisis ; avec dix stations de prélèvement et un total de vingt échantillons ont été récoltés durant deux saisons d'étude hiver et printemps 2013. Les résultats du dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale à montré des concentrations plus ou moins élevées en coliformes et en streptocoques fécaux, ainsi que la recherche des germes pathogènes a montré la présence de certain germes (*Serratia*, *Staphylococcus*, *Aeromonas*... etc.) à la majorité des stations. Enfin, on constate que ces écosystèmes sont pollués ; donc il serait important de ne pas exploiter l'eau de ces zones humides afin de maintenir son équilibre, aussi d'éloigner les zones de pâturage à des endroits qui ne cause pas des dangers et des perturbations environnementales.

Mots clés : pollution, contamination fécale, Complexe de Guerbes-Sanhadja.

Keywords: pollution, fecal contamination, Complex of Guerbes-Sanhadja.

Introduction

Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables (Harrat et Achour. 2010), dont 97 % de l'eau de surface est salée ; les 3 % restant constituent les réserves d'eau douce de la planète. (Rejsek. 2002). La protection de ces milieux naturels contre toute pollution urbaine ou industrielle est indispensable, pour conservent la bonne qualité des eaux. (CE, 2000)

Les zones humides une de ces milieux naturel ; où l'eau est le principal facteur contrôlant la vie animale et végétale associée (Metallaoui. 2010). L'Algérie abrite une gamme de zones humides très diversifiées, lacs, lagunes, marais, sebkha (Metallaoui et Houhamdi. 2008), qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, elles jouent un rôle important dans les processus vitaux,

entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs. (Metallaoui, 2010)

Parmi ces milieux, le plus connus à l'heure actuelle, c'est le complexes de Guerbes-Sanhadja, considérés comme exceptionnels, constituant l'un des principaux réservoirs de la biodiversité du bassin méditerranéen ; site Ramsar depuis 02/02/2001, contient 31 sites humides (Samraoui et De Belair, 1997), représentée ici par Garaet Hadj Taher, Garaet Beni M'hamed, Garaet Sidi Makhlouf, Garaet Chichaya et Garaet Messaoussa.

Ces milieux sont des ressources essentielles à la vie en général (biodiversité) et aux sociétés humaines en particulier (alimentation en eau pour l'agriculture et autres usages), dont il faut protéger la qualité en prévenant les pollutions de toutes natures et en restaurant si nécessaire les compartiments pollués, sans nuire de façon excessive au développement économique. (Metallaoui, 2010)

Vue cette importance majeure, nous avons essayé d'étudier et de déterminer l'état ainsi que le degré de la pollution bactériologique, des eaux de quelques plans d'eau du complexe de Guerbes Sanhadja; ceci dans le but d'apprécier l'évolution de sa qualité et son impact sur l'environnement et sur la santé publique.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Description du site d'étude

Le complexe de Guerbes-Sanhadja qui représente avec le complexe d'EL-Kala la Numidie occidentale, est situé au Nord – Est de l'Algérie dans la wilaya de Skikda et à l'Ouest de Annaba ; entre la latitude 36°45'-37°1' N et longitudes 7°13'-7°30' E. C'est une grande plaine littorale, d'une superficie de 42.100ha bordée à l'Ouest par les collines côtières de Skikda et à l'Est par le massif forestier côtier de Chetaibi. (Boumezbeur, 2000).

Le complexe est formé des dépôts éoliens et alluviaux des 3 bassins versants qui départagent la zone (côtier Kebir Magroun appelé Oued El-Kebir ; Oued Kebir Hammam ; côtier Filfila) (DES, 2013). Le massif dunaire continental de la plaine de Guerbes Sanhadja est le réservoir hydrique d'environ 40 hectomètres cubes (Joleaud, 1936), comporte une multitude de dépressions et de vallées formant Lacs et Garaets (marais) (DES, 2013) ; il renferme 31 sites humides (Samraoui et De Belair, 1997) dont les principaux sont illustrés dans Figure (1) et tableau (I).

La région de Skikda est connue par une saison humide avec une pluviosité abondante durant l'hiver et une sécheresse durant l'été ou la température maximale 33,41°C et la température minimale 07,24°C ; avec une précipitation annuelle est de 785 mm /an.

Tableau I: Les principales zones humides du complexe de Guerbes Sanhadja

Zones humides	Coordonnées	Superficie (ha)	Caractérisation de l'eau
NechaaDemnatAtaoua	36°56'N ,7°14'780E	280	douce
Garaet Beni M'Hamed	36°57' N, 7°16' E	380	salée
Garat Haouas	36°58' N, 7°18' E	260	salée
NechaaKhellaba	36°5'516N ,7°17'576E	75	douce
Garaet Sidi Lakhder	36°54'780 N, 7°12'055 E	25	douce
Lac Sidi Fritis	36°53'975 N, 7°17'437 E	40	douce
Garaet Chichaya	36°53'791 N, 7°18'230 E	50	douce
Garaet Sidi Makhlouf	36°53'094 N, 7°18'248 E	50	douce
Gareat Hadj Tahar	36°51'50 N, 07°15'57 E	112	douce
Garaet Boumaiza	36°49'155 N, 7°18'975 E	70	douce
Garaet Ain-Magroun	36°50'225 N, 7°16'943 E	9	douce
Garaet Messaoussa	36°52'N ; 07°15'E	300	douce

Le complexe de Guerbes-Sanhadja est un écosystème d'eau douce intérieure, rare dans le bassin méditerranéen, extrêmement riche en biodiversité et abrite un grand nombre de plantes, de poissons, d'oiseaux, de mammifères, de reptiles et d'insectes.

Le caractère remarquable de la flore et la faune de cette région à pour origine la diversité morphologique et son emplacement dans un carrefour bioclimatique entraînant une richesse élevée de la biodiversité. (Boumezbeur. 2000)

Tandis que ; La croissance démographique, l'expansion des centres habités, et la stratégie nationale de développement agricole reposant sur l'intensification de l'agriculture et la promotion des investissements autour des exploitations agricoles, ainsi que; les rejets industriels et les eaux usées d'origine urbaine de la commune de Ben Azzouz ; font peser des menaces importantes sur cette région et contribuent à la dégradation des caractéristiques écologique du complexe.

Ainsi que; la région de Ben Azzouz est très connue par l'activité d'élevage (plus de 49 000 bovin et ovin en pâturage extensif) dans les zones humides de Guerbes ; en hiver comme en été favorisent l'érosion éolienne qui affecterait 42% de la zone.

1.2. Echantillonnage

Pour éviter les risques de contamination, les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse. (Rejsek. 2002 ; Merzoug. 2009 ; Rodier. 2009)

Il convient d'être très attentif pour éviter toute contamination accidentelle d'échantillon durant le prélèvement, ce qui implique le respect de règles précises. Ces règles seront différentes selon le point de prélèvement. (Rejsek. 2002)

Les flacons de prélèvement sont prolongés dans l'eau, nous les ouvrons à une profondeur de 25 à 30 cm, fermé hermétiquement dans l'eau sans laisser des bulles d'air. (Rodier. 2005)

Pour mieux évaluer la qualité bactériologique des eaux de quelques zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja ; nous avons choisis cinq sites ; deux stations de prélèvements dans chaque site qui sont localisés dans Garaet Beni M'hamed (S1; S2), Garaet Messaoussa (S 3; S4), Garaet Chichaya (S5; S6), Garaet Sidi Makhlouf (S7; S8) et Garaet Hadj Tahar (S9; S10) (Fig 1), avec un rythme d'échantillonnage d'un prélèvement durant les deux saisons : Hiver et Printemps (2013). Ces sites de prélèvements sont considérés comme des zones de pâturage et d'irrigation importante pour la région.

Les échantillons sont prélevés à l'aide de flacons en verre pyrex munis d'un bouchons à vis métallique, d'une contenance de 250 ml, stériles pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination. (Derwich et al. 2008 ; Merzoug. 2009)

Il convient d'être très attentif pour éviter toute contamination accidentelle d'échantillon durant le prélèvement, ce qui implique le respect de règles précises. Ces règles seront différentes selon le point de prélèvement (Rejsek. 2002). Les flacons de prélèvement sont prolongés dans l'eau, nous les ouvrons à une profondeur de 25 à 30 cm, fermé hermétiquement dans l'eau sans laisser des bulles d'air. (Rodier. 2005)

Pour éviter les risques de contamination, les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse. (Rejsek. 2002 ; Merzoug. 2009 ; Rodie. 2009). Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10 °C les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 1 à 4 °C. (Rodier. 2009)

1.3. Les analyses bactériologiques

Les paramètres bactériologiques déterminés sont ouverts à la quantification des germes de contamination fécale (Coliformes totaux (CT) et fécaux (CF); streptocoques fécaux (SF) et les anaérobies sulfite-réductrices (ASR) ; ainsi que la recherche et la qualification des germes pathogène (*Staphylococcus*, *Shigella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *salmonella* et *vibrio cholérique*). Les dénombrements des coliformes et SF sont déterminés par la méthode du Nombre le Plus Probable (NPP) décrite par Rodier (1996 et 2009). Les coliformes totaux sont dénombrés après une incubation de 24 h à 48 h à 37°C, les tubes contenant le milieu bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL), munis d'une cloche de Durham (test présomptif). Les tubes positifs (fermentation du lactose et production de gaz) sont repiqués pour un test confirmatif dans un milieu sélectif contenant l'eau peptonnée exempte d'indole puis incubés pendant 24 h à 48 h à 44°C. La production d'indole témoigne la présence de coliformes fécaux. Quant aux streptocoques, leur recherche est effectuée sur le milieu Rothe à 37°C pendant 24 h (Test présomptif). A partir des tubes de Rothe positifs, on effectue une subculture sur milieu Litsky à 37°C pendant 24 h (test confirmatif). Les résultats sont exprimés en nombre de germes par mL suivant la table statistique de Mac-Grady. La recherche et le dénombrement des spores des ASR, se fait par la méthode d'incorporation en gélose en tubes profond ; Après destruction des formes végétatives par chauffage, une quantité d'échantillon estensemencée avec un milieu gélosé (Viande fois) contenant des sels de fer et du sulfite de sodium. Après incubation pendant 24 à 48 heures à 37°C il est indispensable de procéder à un dénombrement de toutes les colonies noir poussant en masse de 0,5 mm de diamètre ; et rapporter le nombre total des colonies à 20 ml d'eau à analyser. En

ce qui concerne les germes pathogène ; l'isolement se fait généralement par ensemencement de l'échantillon ou de son enrichissement sur des milieux gélosé spécifiques pour chaque germes tel que : Chapman, Hektoen, Mac Conkey, *Salmonella-Shigella* (SS), gélose nutritive alcaline de bilié (GNAB) et Cétrimide, après incubation seulement les colonies suspecte ou caractéristique font l'objet d'une identification par des tests biochimiques.

2. Résultats et discussions

Les résultats des analyses bactériologiques effectuées, présentent une grande diversité bactérienne de point de vue quantitative et qualitative.

2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux

2.1.1. Coliformes totaux

Les coliformes totaux existent dans les matières fécales de l'homme et de l'animale mais peuvent également se développer dans certains milieux naturels (sol, végétation). Leur absence ne signifie pas nécessairement que l'eau ne présente pas de risque pathogène.

D'après le graphique ci-dessous (Fig.2), on observe que le nombre des coliformes totaux atteint sa valeur maximale au niveau des stations 4 et 6 (Messaoussa et Chichaya) 1100000 CT/ml pendant les deux saisons, on peut traduire ces résultats par la présence des déjections animal (des oiseaux d'eau, et des animaux domestique...etc.), des décharges domestiques et des déchets de certains habitats situé au voisinage de ces sites. En outre, ces derniers sont alimentés par les eaux de l'Oued El Kebir qui joue ainsi un rôle de vecteur de transmission des polluants et d'autre substance conduisant à la prolifération de ces germes.

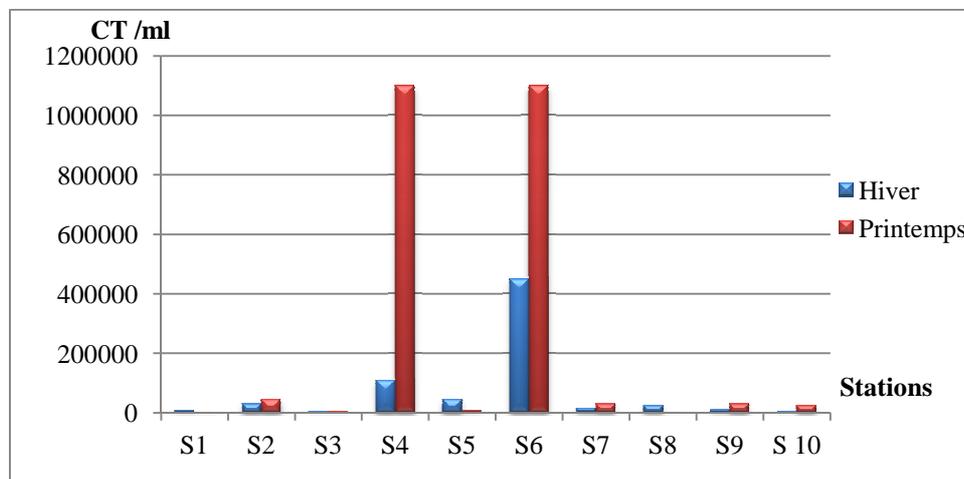


Figure 2: Estimation des coliformes totaux/ml dans l'eau de nos sites d'étude (Hiver – Printemps 2013).

1.1.2. Coliformes fécaux

Un exemple commun de coliforme fécal est *E. coli*. Leur présence dans l'eau est une indication forte de contamination récente.

La Figure 3 illustre des observations communes entre les coliformes fécaux et totaux, où les valeurs les plus élevées (110000CF/ml et 75000CF/ml) sont notées respectivement au niveau des stations 4 et 6 (Messaoussa et Chichaya) durant les deux saisons (Hiver et Printemps). Alors que les valeurs les plus faibles caractérisent le reste des stations durant la même période.

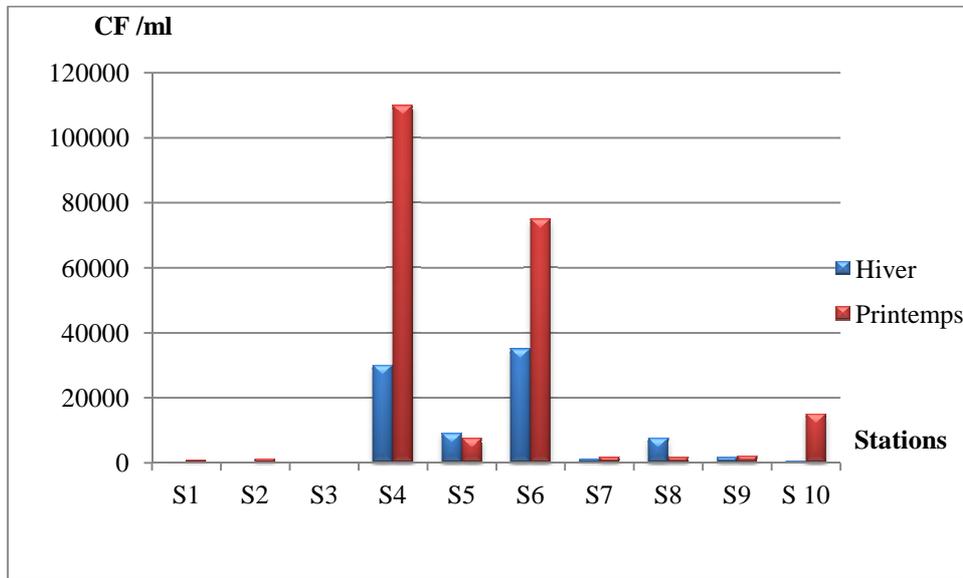


Figure 3: Estimation des coliformes fécaux/ml dans nos prélèvements (Hiver et Printemps 2013).

Ces valeurs obtenues sont supérieures à celles citées pour les eaux d'irrigation (1000 CF/ 1 ml).

Ces résultats sont expliqués par la présence d'une contamination provenant principalement des déchets fécaux ; plus probablement ; d'origine humaine (déchets domestique) et animal entre autre les oiseaux d'eau, ainsi que les effluents d'élevage.

2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

D'après les analyses effectuées, on a obtenu des résultats qui varient d'une station à une autre ainsi que d'une saison à une autre. (Fig.4).

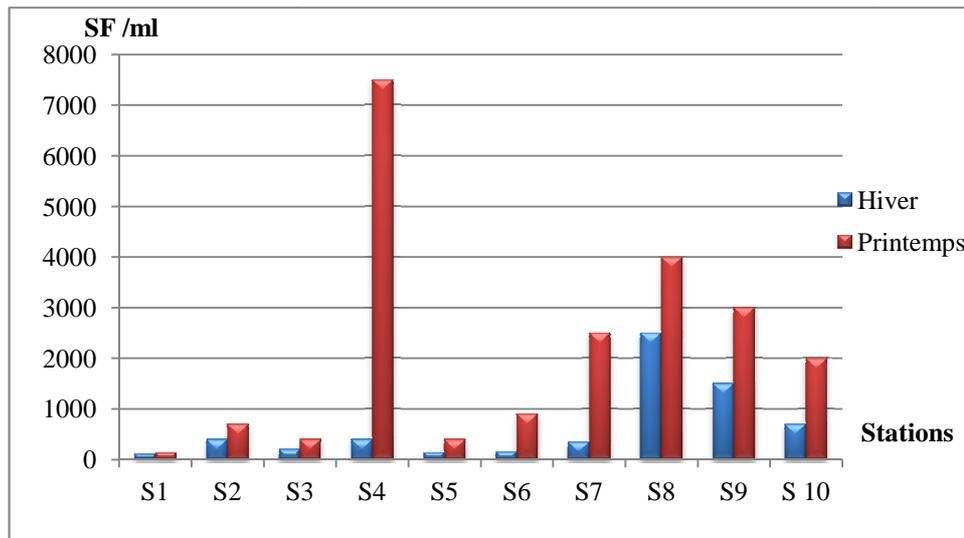


Figure 4: Estimation des Streptocoques fécaux/ml dans l'eau de nos sites d'étude (Hiver– Printemps 2013).

Les Streptocoques fécaux, sont toujours présents dans la matière fécale, en grande partie d'origine humaine. Leur nombre est variable ; généralement ; beaucoup plus faible par rapport aux autres germes dont leur présence dans l'eau indique une contamination fécale est directement lié à la quantité de matière fécale qui- y-se trouve.

L'histogramme ci-dessus des streptocoques D montre des variations remarquables pendant le Printemps par rapport à l'Hiver avec une valeur maximale enregistrée à la station 4 (Messaoussa) $7,5 \cdot 10^3$ SF/ml.

Tandis que, les valeurs moyennes sont enregistrées dans les stations S7, S8, S9, S10 et qui varient entre $2 \cdot 10^3$ et $4 \cdot 10^3$ SF/ml.

Ces valeurs sont supérieures à celles citées pour les eaux d'irrigation (1000 SF/ 1ml). (Ouanouki et *al.*, 2009)

En revanche, des valeurs moins de 1000 SF/ml ont été enregistrées dans les stations S1 ; S2 ; S3 ; S5 ; S6.

Plusieurs facteurs pouvant expliqués ces variations tel que: T° influençant le développement et la croissance de ces germes, ainsi que les déjections fécales des oiseaux d'eau qui fréquente ces sites.

2.3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-reductrices (ASR) :

Le tableau II récapitule les résultats de dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-reductrices (ASR).

**Tableau II : Dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-reductrices
(ASR/20 ml).**

Point Période	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S 10
Hiver	4	12	> 20	8	-	-	> 20	12	-	3
Printemps	4	-	-	>20	20	> 20	4	12	> 20	-

La présence des ASR dans les eaux de surfaces est très probable où on trouve les formes sporulantes beaucoup plus résistante que les formes végétative. Leur présence indique une contamination ancienne d'origine fécale. Elles sont responsables des maladies graves telles que le botulisme et le tétanos ; c'est pour cette raison que la recherche de ces derniers est très essentielle dans le cadre de détermination qualitative d'eau. (Rejsek, 2002)

2.4. Résultats des germes pathogènes :

Les germes d'origine fécale peuvent être recherchés pour confirmer le danger mis en évidence par leur présence, ainsi que d'autres germes d'origine non fécale dont leur risque ne peut être mis en évidence que par la recherche des germes pathogènes tels que : *staphylococcus aureus*, *salmonella*, *shigella*, *vibrio*, *Pseudomonas*...etc.

Ces germes sont souvent présents en faible concentration dans l'eau et peuvent se développer en culture ; l'identification des colonies isolées est basée essentiellement sur l'observation macroscopique et microscopique des colonies ; l'identification biochimique par la galerie biochimique classique, les APi systèmes et d'autres tests. Les résultats montrent la présence de seize espèces qui sont résumées le tableau ci-dessous (Tab.III) :

Tableau III: Répartition des espèces bactériennes isolées pendant les deux prélèvements entre les stations.

Espèces bactériennes	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S10
<i>Pontoea ssp2</i>	×	×								
<i>Citrobacter koseri</i>		×			×			×		
<i>Enterobacter aerogenes</i>				×						×
<i>Raoultella ornithinolytica</i>	×	×	×							
<i>Proteus mirabilis</i>				×		×	×		×	
<i>Klebsiella oxytoca</i>			×				×	×		
<i>Aeromonas hydrophila gr .2</i>								×		
<i>Enterobacter cloacae</i>										×
<i>E. coli</i>	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Vibrio vulnificus</i>										
<i>Enterobacter amnigenus</i>										×
<i>Staphylococcus epidermidis</i>									×	
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>										×
<i>Vibrio alginolyticus</i>							×			
<i>Serratiae odorifera 2</i>					×					
<i>Aeromonas hydrophila</i>									×	

Conclusion

La pollution des eaux est une notion qui est en constante évolution. L'Algérie ; est l'un des pays qui souffre de cette pollution, et plus précisément les eaux de surface, ou les causes; sont généralement liée aux rejets industriels, l'emploi des pesticides et des engrais dans l'agriculture et surtout aux eaux usées d'origine urbaine. Ce qui présent un grand risque sur la santé publique ainsi que sur les différents écosystèmes aquatique en général et les zones humides en particularité.

Dans ce contexte ; notre étude a été portée sur l'estimation du degré de pollution bactériologique des eaux de quelques zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja (Skikda, Nord Est algérien) (Garaet Hadj Taher, Garaet Beni M'hamed, Garaet Sidi Makhlouf, Garaet Chichaya et Garaet Messaoussa) situé dans la plaine littorale algérienne d'une superficie de 42000 ha.

Au cours de notre étude réalisée durant les deux saisons (Hiver et Printemps 2013); nos résultats ont montrés une contamination d'origine fécale de ces eaux par la présence des germes indicateurs avec des valeurs proche a celle fixé par les normes algérienne des eaux de surfaces, ainsi qu'une grande variété de germe pathogènes (*Aeromonas*, *Serratiae*, *Staphylococcus*... etc.).

L'origine de cette contamination fécale est due aux effluents urbains situés à proximité de certaines stations, le lessivage des terres agricoles, l'élevage intensif ainsi, la présence d'un nombre important des oiseaux qui abritent ces écosystèmes ainsi que le rôle jouer par l'Oued El-Kebir comme vecteur de pollutions pendant son alimentation de ces zones humides.

Enfin, nous pouvons conclure que l'eau de ces zones humides est légèrement polluée. Sauf les stations S4 et S6 qui sont fortement polluées.

En recommandation et pour maintenir l'équilibre de cet écosystème il faut veiller à réaliser un traitement préalable des rejets avant qu'ils atteignent ces zones et mettre en place un assainissement d'eau ménagère. Pour l'agriculture, il est conseillé de ne plus utiliser ces eaux en irrigation et limiter l'utilisation intensive des engrais chimiques synthétiques, aussi l'épuration des eaux domestiques avant leur évacuation dans les zones humides s'avère une nécessité urgente. Il est donc indispensable d'installer une station de traitement biologique et physicochimique des eaux rejetées dans cet écosystème.

❖ Références bibliographiques

Boumezbeur A., (2000). Atlas des zones humides algériennes. DGF. 68p.

Boumezbeur A. (2001). Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. 2ème édition ATLAS. 56p

Collaboration Européenne, 2008 .

Derwich E., Beziane Z., Benaabidate L., Belghyti D. (2008). Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraichère au Maroc. Larhyss Journal. (7). 59-77p

DES., (2013) .Direction de l'environnement de skikda

Harrat N., Achour S., (2010). Pollution physicochimique des eaux de barrage de la région d'El Tarf, impact sur la chloration. Larhyss Journal. N° 08. 54 p.

Merzoug S., (2009). Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Tahar (Benazzouz, Wilaya Skikda). Mémoire de Magister. Université 08 Mai 1945 de Guelma. 3-13p.

Metallaoui, S. et Houhamdi, M. (2008). Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est algérien). *Afri. Birdclub. Bull.* 15(1): 71-76.

Metallaoui S., (2010). Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie). Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat. Université Badji Mokhtar d'Annaba.120p

Ouanouki B., Abdellaoui N., Ait Abdallah N., (2009). Application in agriculture of treated wastewater and sludge from a treatment station. *European Journal of Scientific Research.* Vol. 27. N° 4. France. p 602 - 619.

Rejsek F., (2002). Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine (CRDP). Bordeaux. 358 p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (1996). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} édition. Dunod. Paris. 1383 p.

Rodier., (2005). L'analyse de l'eau : eau naturelle ; eau résiduelle ; eau de mer ; 8^{ème} Edition.Dunod. 1384p

Rodier J., Legube B., Merlet N., et coll., (2009). L'Analyse de l'eau. 9^{ème} édition. Dunod. Paris. 1579 p.

Samraoui B. et De Belair G., (1997). The Guerbes-Sanhadja wetlands: Part I. Overview. *Ecologie* 28: 233-250.