



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR –KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT: Ecologie & Environnement

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

FILIERE: Ecologie et l'Environnement

OPTION: Ecologie Fondamentale et Appliquée

Thème

***Impact des Caractéristiques physico-chimiques
des eaux sur la présence du Flamant rose et
Tadorne de Belon dans la zone humide de
Sebkhet El- Mahmel (wilaya de Khenchela)***

Présenté par:

Boutouil Abla

Soutenu le: 18 / 06 /2018.

Jury de soutenance:

Président: Ababssa Naouel

MCB

Université Abbes la Ghrou –Khenchela

Encadreur : Bouakkaz Amel

MCB

Université Abbes la Ghrou –Khenchela

Examineur: Dib Dounia

MAA

Université Abbes la Ghrou –Khenchela

Promotion: 2017/ 2018

Laboratoire EURL SID, dans la wilaya de Khenchela

Résumé:

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux et de faire un inventaire de deux espèces d'oiseaux d'eau, le Flamant rose et le Tadorne de Belon dans la zone humide de Sebket El- Mahmel, wilaya Khenchela.

Nous avons effectué des analyses physico-chimiques (pH, conductivité électrique, Température, calcium, Magnésium, Chlorure, Bicarbonate, Sulfates, Nitrate) des eaux au sein du Laboratoire EURL SID, dans la wilaya de Khenchela

La caractérisation physico-chimique des eaux de la Sebka a montré que l'eau est trouble, trop salée, la conductivité électrique est élevée (80300 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et le pH est légèrement alcalin (7.95). A partir de ces résultats, il ressort que les eaux de cette zone sont polluées.

Ainsi, l'inventaire du flamant rose et du Tadorne de Belon au niveau de la Sebka d'El-Mahmel durant trois mois, de mars à mai 2018, nous a révélé un effectif très faible.

Mots clés : zone humide, Sebket El- Mahmel, Tadorne de Belon, Flamant rose

Abstract:

The aim of this study is to verify the physico-chemical quality of the waters and to make an inventory of two species of water birds), the Pink Flamingo and the Belon Shelduck in the wet zone of Sebket El-Mahmel, wilaya Khenchela.

We have, physicochemical analyzes (pH, eclectic conductivity, temperature, calcium, magnesium, chloride, bicarbonate, sulfates, nitrate) of the water were carried out in the laboratory EURL SID, in the wilaya of Khenchela

The physicochemical characterization of Sebka waters has exposed that the water is cloudy, too salty, the electrical conductivity is high (80300 $\mu\text{S} / \text{cm}$) and the pH is slightly alkaline (7.95). From these results, it appears that the waters of this zone are polluted and unfit for irrigation.

As a result, the inventory of the flamingo and shelduck of Belon in the Sebka of El-Mahmel during three months, from March to May 2018, revealed to us a very weak staff.

Keywords: wet zone, Sebket El-Mahmel, Belon Shelduck, pink Flamingo

:

الهدف هذه هو النوعية الفيزيوكيميائية . نوعين طيور طائر النحام الوردي
وطائر الشهمندر في المنطقة الرطبة سبخة المحمل بولاية خنشلة

تحليل فيزيوكيميائية (الناقلية الكهربائية الكالسيوم وبيكاربونات نترات)
للمياه أجريت EURL SID ولاية خنشلة

السمات الفيزيوكيميائية لمياه السبخة تشير إلى أن الماء معكر ، جد مالح و الناقلية مرتفعة $80300 \mu\text{S}/\text{cm}$ ودرجة
الحموضة قاعدية بعض الشيء 7.95 من خلال هذه النتائج تثبت بأن مياه هذه المنطقة ملوثة.

أيضا الشهمندر أشهر ماي 2018.

مفتاحيه

الشهمندر الرطبة

Liste des abréviations

OMS	Organisation mondiale de la santé
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources
C°	Degré Celsius
us/cm	micro semence /centimètre
mg/l	milligramme par litre
CE	Conductivité électrique
Ca²⁺	calcium
Mg⁺²	Magnésium
K⁺	Potassium
Na⁺⁺	Sodium
Cl⁻	Chlorures
HCO₃⁻	Bicarbonate
SO₄⁻²	Sulfates
NO₃⁻	Les Nitrates
NH₄	L'azote ammoniacal
PO₄	Le Phosphore
Mn²⁺	Manganèse
Fe	Fer et Zinc
Al	L'Aluminium
Cu²⁺	Le Cuivre
Cd²⁺	Cadmium
Pb²⁺	Plomb
Cr	Le Chrome

Liste des figures

<i>Numéro</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
Figure01	Fonctions des zones humides, effets et perceptions	04
Figure02	Situation géographique du complexe des zones humides des wilayas d'Oum El- Bouaghi, Khenchela et Batna.	09
Figure03	Méthode de prélèvement dans le cours d'eau	20
Figure04	Méthode d'échantillonnage au seu	20
Figure05	Carte Répartition des points de prélèvement d'échantillons	36
Figure06	Carte de situation géographique et administrative de la zone d'étude	23
Figure07	Situation géographique de la Sebkhha d'El-Mahmel (Khenchela)	24
Figure08	Vue générale de la Sebkhhet de Ouled M'Barak, El-Mahmel, wilaya de Khenchela	25
Figure09	Vue générale la Sebkhhet de Ouled Amara, El-Mahmel, wilaya de Khenchela	25
Figure10	Les sols salés de la région des Sebkhha	27
Figure11	Pollution de la Sebkhhet d'El Mahmel par les rejets solides et liquide	29
Figure12	Diagramme pluviothermique de la région de Khenchela (2008-2017)	30
Figure13	Histogramme de variation des teneurs Température (°C).	39
Figure14	Histogramme de variations de pH (avril 2018).	40
Figure15	Histogramme de variations de la conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{Cm}$), (avril 2018)	41
Figure16	la teneur en calcium (Ca^{2+}) (mg/l)	42
Figure17	la teneur en Magnésium Mg^{+2} (mg/l)	43
Figure18	la teneur en chlorures Cl^- (mg/l)	44
Figure19	la teneur en sulfate SO_4^{-2} (mg/l)	44
Figure20	la teneur en bicarbonates HCO_3^- (mg/l)	45
Figure21	la teneur en nitrates NO_3^- mg/l	46
Figure22	Représentation sur diagramme de Piper des compositions en éléments majeurs des eaux de la zone d'étude	47
Figure23	Représentation sur diagramme de Schoëller Berkaloff des compositions en éléments majeurs des eaux de la zone d'étude	48
Figure24	Résultat de l'inventaire de tadorne de belon de mesurée	49
Figure25	Phénologie et structure du Tadorne de Belon <i>Tadorna tadorna</i> au niveau de la Sebkhhet de Ouled Amara durant trois mois (Mars, Avril et Mai 2018)	50
Figure26	Résultat de l'inventaire de Flamant rose de mesurée	51
Figure27	Phénologie et structure du Flamant rose <i>Phaenicopterus roseus</i> au niveau de la Sebkhhet de Ouled Amara durant trois mois (Mars, Avril et Mai 2018)	51

Liste des tableaux

<i>Numéro</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
Tab 01	Caractéristiques des ilots de la Sebkha de Ouled M'Barek.	26
Tab 02	Données météorologiques de la station de Khenchela (2008-2017).	30
Tab 03	Les familles représentées dans sebkhet El mahmel	31
Tab 04	Liste des espèces des oiseaux observées au niveau de Sebkhet Ouled Amara El-Mahmel durant les trois saisons d'étude (2012-2015).	32

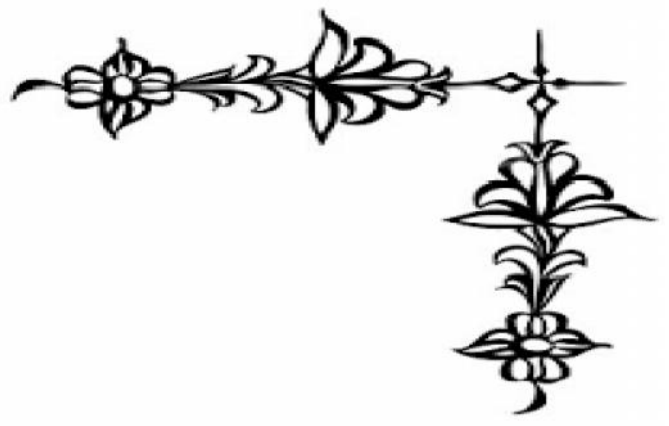
Table des matières

Résumé		I
Abstract		II
		III
Liste d'abréviation		IV
Liste figures		V
Liste tableaux		VI
Table des matières		VII
Introduction générale		01
PREMIERE PARTIE : Synthèse bibliographique		
Chapitre I : Généralité sur les zones humides		
I.1.	Généralité sur les zones humides.....	03
I.1.1.	Les différentes définitions d'une zone humides.....	03
I.1.1.2.	Définition de l'UICN, Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources (1973).....	03
I.1.1.3.	Définition de Sebkhas	03
II.2.	Convention de Ramsar	03
I.3.	Fonctions des zones humides	04
I.3.1.	Fonction hydrologique.....	04
I.3.2.	Fonctions biogéochimiques des zones humides.....	05
I.3.4.	Fonctions écologiques des zones humides.....	05
II.3.5.	Fonctions biologiques des zones humides.....	05
I.4.	Valeurs des zones humides	05
I.4.1.	Valeur économique	06
I.4.2.	Valeur biologique.....	06
I.4.3.	Valeur esthétique	06
I.4.4.	Valeur socioculturelle.....	06
I.5.	Zones humides en Algérie	06
I.6.	Principales zones humides algériennes	07
I.7.	Les zones humides des hautes plaines de l'Est-algérien	08
Chapitre II : Qualité des eaux		
II.1.	Les caractéristiques physico-chimiques des eaux.....	10
II.1.1.	Caractéristiques Physiques des eaux.....	10
II.1.1.1.	La couleur.....	10
II.1.1.2.	L'odeur.....	10

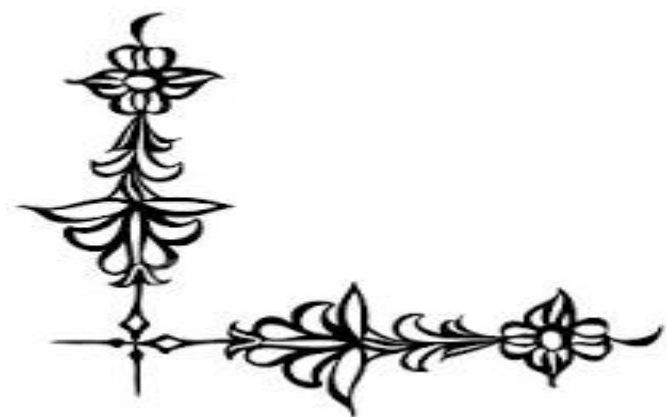
II.1.1.3.	Température.....	10
II.1.1.4.	Potentiel d'hydrogène (pH)	10
II.1.1.5.	Conductivité électrique (CE).....	10
II.1.1.6.	Potentiel redox (Eh)	10
II.1.1.7.	Dureté.....	11
II.1.1.8.	Turbidité.....	11
II.1.1.9.	La salinité.....	11
II.1.1.10.	Matières en suspension (MES).....	11
II.1.2.	Caractéristiques chimiques des eaux	12
II.1.2.2.	Éléments majeurs dans les eaux	12
II.1.2.2.1.	Les Cations majeurs	12
II.1.2.2.2.	Calcium (Ca^{+2})	12
II.1.2.2.3.	Potassium (K^{+})	12
II.1.2.2.4.	Sodium (Na^{+})	12
II.1.2.2.5.	Magnésium (Mg^{2+})	12
II.1.3.	Les anions majeurs	13
II.1.3.1.	Chlorures (Cl^{-})	13
II.1.3.2.	Bicarbonate (HCO_3^{-}).....	13
II.1.3.3.	Sulfates (SO_4^{-2})	13
II.1.3.4.	Les Nitrates (NO_3^{-}).....	13
II.1.4.	Les substances nutritives	14
II.1.4.1.	L'azote ammoniacal (NH_4)	14
II.1.4.2.	Le Phosphore(PO_4).....	14
II.1.5.	Eléments en traces métalliques.....	14
II.1.5.1.	Fer (Fe) et Manganèse (Mn^{2+})	14
II.1.5.2.	Le Zinc	14
II.1.5.3.	L'Aluminium (Al)	15
II.1.5.4.	Le Cuivre (Cu^{2+})	15
II.1.5.5.	Cadmium (Cd^{2+}).....	15
II.1.5.6.	Plomb (Pb^{2+}).....	15
II.1.5.7.	Le Chrome (Cr).....	15
II.2.	Pollution d'eau	16
II.2.1.	Définition de pollution d'eau	16
II.2.2.	Classification de la pollution	16
II.2.2.1.1	Pollution physique	16
II.2.2.1.2.	Pollution chimique	16
II.2.2.1.3.	Pollution biologique	16
II.2.3.	Classification selon l'origine de la pollution	17
II.2.3.1.	Pollution domestique	17
II.2.3.2.	Pollution urbaine	17
II.2.3.3.	Pollution agricole	17
II.2.3.4	Pollution industrielle	17
II.2.3.5.	L'eutrophisation, un cas particulier de pollution	18
II.3.	Les méthodes de prélèvement d'eau	18

II.3.1.	Mise en place d'une démarche de prélèvement.....	18
II.3.2.	Préparation d'une campagne de prélèvement.....	18
II.3.3.	Réalisation d'une campagne de prélèvement.....	19
II.3.4.	Stockage et transport des échantillons	21
Deuxième partie: Partie expérimentale		
Chapitre III : Présentation de la zone d'étude		
III.1.	Description du site d'étude	22
III.1.1.	Cadre général	22
III.1.1.1.	La commune	22
III.1.1.2.	Histoire de la zone	23
III.1.1.3.	Coordonnées géographiques	23
III.1.2.	Géographie et hydrologie.....	24
III.1.3.	Pédologie	26
III.1.4.	Menaces écologiques et environnementales	27
III.1.4.1.	Pollution par les rejets solides et liquides	27
III.1.4.2.	Exploitation croissante des ressources hydriques	28
III.1.4.3.	Activités agricoles	28
III.1.4.4.	La chasse et le braconnage	29
III.1.5.	Climatologie	29
III.1.6.	Caractéristiques écologiques	31
III.1.6.1.	Cadre biotique	31
III.1.6.1.1.	La flore	31
III.1.6.1.2.	L'avifaune.....	32
III.1.6.1.3.	Autres animaux	34
Chapitre IV : Matériel et méthodes		
IV.1.	Les Mesures physico-chimiques	35
IV.1.1.	Prélèvement et conservation.....	35
IV.1.2.	Analyses Physico-chimiques au laboratoire (Dosage des ions majeurs).....	36
IV.2.	Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau.....	37
IV.2.1.	Fréquences des dénombrements.....	37
IV.2.2.	Méthodes d'échantillonnage	37
IV.2.3.	Matériel utilisé.....	38
IV.2.4.	Choix des points d'observation.....	38
IV.3.	Modalité d'occupation spatiale de la Sebket d'Ouled Amara par l'avifaune aquatique.....	38
Chapitre V : Résultats et Discussion		
V.1.	Caractéristiques physico-chimiques des eaux	39
V.1.1.	Les caractéristiques physiques	39
V.1.1.1.	Température	39
V.1.1.2.	Potentiel d'hydrogène pH	40

V.1.1.3.	Conductivité électrique (CE).....	41
V.1.2.	Caractéristiques chimiques des eaux	42
V.1.2.1.	Teneur des cations dans les eaux	42
V.1.2.2.	Teneur des anions dans les eaux	43
V.1.3.	La représentation simplifiée des caractéristiques chimiques des eaux.	46
V.1.3.1.	Diagramme de Piper.....	46
V.1.3.2.	Diagramme de Schoëller Berkloff	47
V.2	Phénologie et structure de Tadorne de belon et Flamant rose de Sebkhet Ouled Amara.....	48
V.2.1.	Le Tadorne de Belon.....	48
V.2.2.	Le Flamant rose.....	49
	Conclusion générale.....	52
	Référence bibliographique.....	54



Introduction générale



Introduction générale

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant. Les zones humides représentent les meilleurs exemples d'écosystème du point de vue de leurs fonctions biologique : productivité biologique, habitat et richesse écologique pour les espèces animale et végétale, leur fonctions écologique et hydrologique et de leur importance socio-économique (Ramsar, 1994).

Par ailleurs, La forte présence humaine autour du bassin méditerranéen exerce donc une pression considérable sur les zones humides, en particulier littorales et sur leur biodiversité. La proportion d'espèces menacées d'extinction est en effet particulièrement élevée au sein de la biodiversité des zones humides méditerranéennes. (Rebouh et Merdaci, 2017).

Une eau est polluée naturellement ou sous l'effet de l'activité humaine, elle devient impropre à toutes utilisations d'où elle présente un danger pour l'environnement.(Sedrati,2013)

La pollution représente un sérieux problème qui influence la physico-chimie de secteur d'étude à cause des rejets déversés dans la Sebkha; les eaux usées domestiques non épurées représentent la principale source de pollution des eaux de Sebket El Mahmel qu'est l'unique zone humide naturelle que compte le territoire de la wilaya de Khenchela, constituant un écosystème essentiel pour la biodiversité. (Sedrati, 2013)

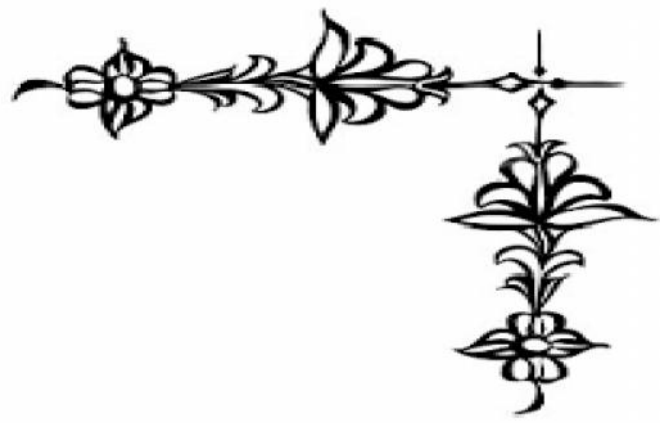
Sebket Ouled Amara, comme toutes les zones humides des hauts plateaux du Constantinois, constitue un écosystème essentiel pour la biodiversité, En effet c'est un lieu d'hivernage pour l'avifaune aquatique et une aire de stationnement pour nombreux oiseaux migrateurs. Par ailleurs, ce cite du fait qu'il offre de bons nombres de paramètres exigés pour une éventuelle inscription dont sa biodiversité mais aussi et surtout du fait qu'il est fréquenté chaque hiver par des milliers d'oiseaux migrateurs de diverses espèces tel les Anatidés et les Phœnicoptéridés (Saheb, 2009) est soumis à des mauvaises gestions journalières et saisonnières des parcours dont le surpâturage qui provoque l'érosion du sol et son défrichement, le détournement des eaux de site naturel pour l'irrigation, aussi le braconnage et la pollution qui conduiraient, à des

modifications impératives de ces facteurs naturels et leur fonctionnement et menace donc sa biodiversité faunistique et la floristique.

Par conséquent, l'objectif principal de cette étude est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux et inventaire du flamant rose et tadorne de belon dans la zone humide de Sebket El Mahmel (Wilaya de Khenchela).

Ce manuscrit se compose de cinq chapitres :

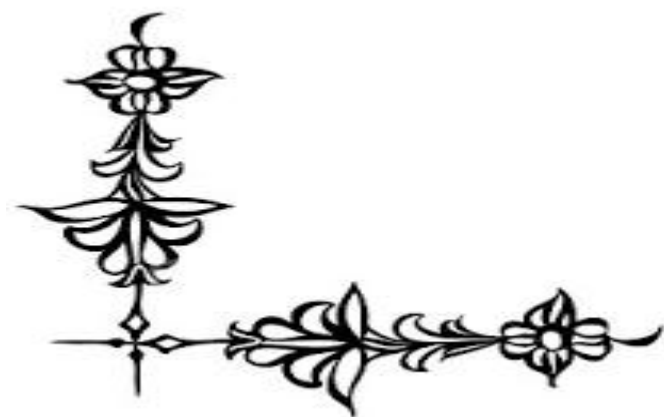
- Un premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur la qualité d'eaux (les caractéristiques physico-chimiques des eaux)
- Un deuxième chapitre présente quelques notions fondamentales sur les zones humides.
- Un troisième chapitre est consacré à la présentation générale de la zone d'étude et de ses principales caractéristiques.
- Un quatrième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisées pour la réalisation de cette étude.
- Un cinquième chapitre expose les résultats d'analyse physico-chimiques des eaux et le résultat de l'inventaire du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* et le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* dans la Sebket El-Mahmel et illustre les différentes modalités de distribution et d'occupation spatiale de ce plan d'eau par ces deux espèces.
- Enfin, une conclusion qui intègre l'essentiel des résultats obtenus dans le cadre de cette étude.

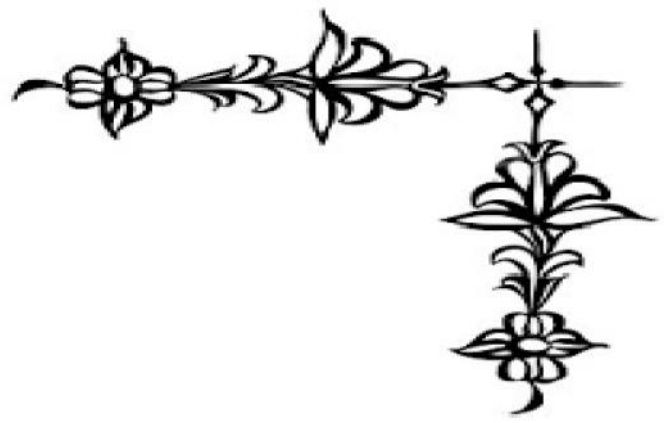


PREMIERE

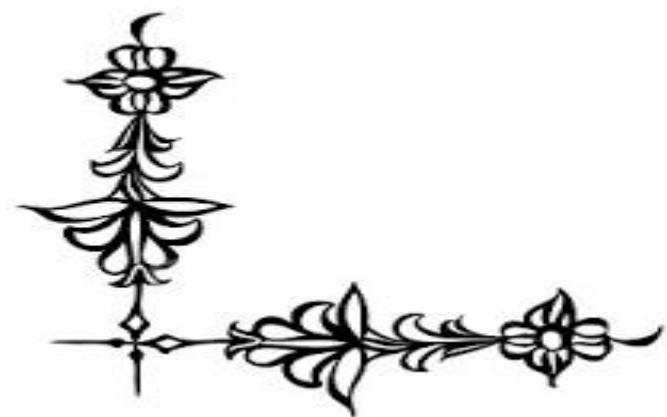
PARTIE

Synthèse Bibliographique





Chapitre 9 :
Généralité sur les zones
humides



I.1. Généralité sur les zones humides**I.1.1. Les différentes définitions d'une zone humides****I.1.1.1. Définition de la convention de Ramsar**

Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marais dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres. (Saidi et Laati, 2016)

I.1.1.2. Définition de l'UICN, Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources (1973)

Milieux aquatiques, aussi bien marins que côtiers ou continentaux, pour autant qu'ils soient de faible profondeur, partant des terres temporairement inondées et de tourbières tout juste imbibées, sans surface d'eau permanente, elles vont jusqu'aux lacs et étangs d'une profondeur n'excédant pas six mètres. (Saidi et Laati, 2016)

I.1.1.3. Définition de Sebkhass

Une Sebkhass désigne un bassin occupant le fond d'une dépression à forte salinité et plus ou moins séparé d'un milieu marin, dans des régions arides (milieu supratidal). Néanmoins, il peut être toujours en contact avec le milieu marin par un très faible filet d'eau (bassin d'eau profonde), ou au contraire par des infiltrations (bassins d'eau peu profonde). Dans ce dernier cas, il peut se produire des débordements périodiques d'eau vers le bassin. (Sedrati, 2013).

I.2. Convention de Ramsar

La convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau, également appelée convention sur les zones humides ou convention Ramsar du nom de la ville d'Iran où elle fut adoptée en 1971, est un traité intergouvernemental qui constitue le cadre de la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides. Signée en 1971, la convention est entrée en vigueur en 1975 et compte actuellement 123 parties contractantes. Ramsar est le seul traité sur l'environnement de portée mondiale qui soit consacré à un écosystème particulier. La convention a pour mission de favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des mesures prises au plan national et par la coopération internationale, comme moyens de parvenir au développement durable dans le monde entier (Anonyme, 1998).

I.3. Fonctions des zones humides

Les zones humides grâce à leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques sont à l'origine de processus écologiques dont les résultats sont qualifiés de fonctions (Figure 03) (Martin, 2012).

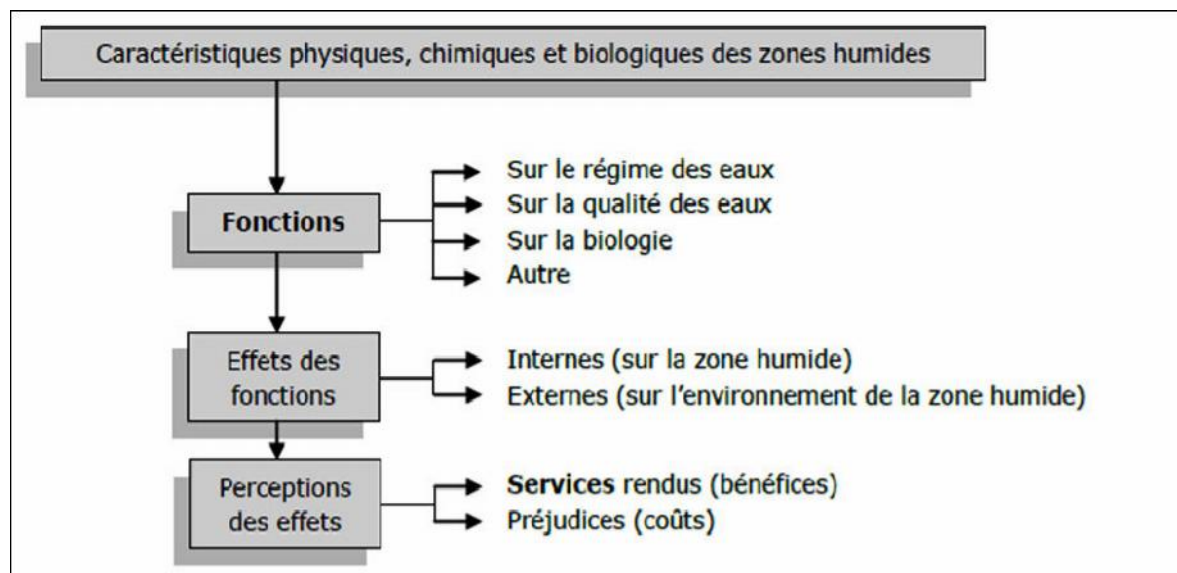


Figure01: Fonctions des zones humides, effets et perceptions (Barnaud et Fustec, 2007 in Martin, 2012).

Selon (Barnaud et Fustec, 2007 in Martin, 2012). On distingue plus de trois grandes classes de fonctions des zones humides :

- La fonction hydrologique en rapport avec le régime des eaux et microclimats.
- La fonction biogéochimique modifiant la qualité des eaux.
- La fonction de diversité des habitats floristique et faunistique.
- Autre : ce sont les fonctions en rapport directes avec les activités humaines.

I.3.1. Fonction hydrologique

Les zones humides fonctionnent comme un filtre épurateur, (filtre physique et biologique), elles favorisent le dépôt des sédiments y compris le piégeage d'éléments toxiques (les métaux lourds) et l'absorption de substances indésirables ou polluantes par les végétaux (nitrates et phosphates); contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'eau. (Oudihat, 2011).

Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques. Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant peut être assimilé à celui d'une éponge. Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert

immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et les rivières situés en aval. Elles absorbent momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse (Oudihat, 2011).

I.3.2. Fonctions biogéochimiques des zones humides

Les zones humides sont le siège des processus biogéochimiques qui jouent un rôle majeur dans les processus d'épuration des eaux (Brenda, 2008).

Outre des processus d'ordre physique (sédimentation, adsorption) mentionnés précédemment, des processus biologiques interviennent. En effet, selon le type de végétation, les conditions d'oxydoréduction liées aux phases d'anoxie et d'oxygénation du sol, de pH ou de températures, les zones humides réalisent des fonctions biogéochimiques de manière plus ou moins efficace et durable, et ont été reconnues par leur capacité à retenir des éléments nutritifs (Viallard, 2012 et Barnaud, 2009).

I.3.4. Fonctions écologiques des zones humides

Les zones humides sont des milieux qui accueillent une très grande diversité d'espèces animales et végétales ainsi qu'une grande diversité d'habitats. Les caractéristiques des habitats des milieux humides sont déterminées par l'hydrologie et l'hydrodynamique, la minéralité du substrat, la disponibilité en azote et en phosphore ainsi que l'usage de la végétation. Les zones humides assurent d'autres fonctions essentielles comme la fonction de production, plus ou moins contrôlée par les acteurs du territoire (Rapinel, 2012).

II.3.5. Fonctions biologiques des zones humides

Les zones humides constituent un réservoir de biodiversité. Cette variabilité des conditions hydriques propre à ces milieux. Une multitude d'espèces végétales remarquables et menacées vivent dans les zones humides; nombreuses également sont les espèces d'oiseaux qui dépendent de ces zones. Les zones humides assument dans leur globalité les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes (Annani, 2013).

I.4. Valeurs des zones humides

Les zones humides sont des territoires assis sur des terrains fonciers. La valeur d'un territoire peut naturellement être évaluée selon sa valeur foncière ou selon la valeur de sa production agricole. Cependant d'autres valeurs doivent être considérées pour ces milieux tant convoités par les hommes. (Allout, 2013)

I.4.1. Valeur économique

La valeur économique est importante de ces lieux. En effet la valeur marchande des productions issues de ces milieux pour les hommes est inestimable. Comme exemple on cite : l'effet tampon des inondations, épuration des eaux et le potentiel génétique des êtres vivants présents (Rebouh et Merdaci, 2017).

I.4.2. Valeur biologique

Les zones humides ne sont que de petits milieux de terre où l'eau y est un acteur principal mais elles possèdent une biodiversité exceptionnelle comparée aux autres milieux terrestres avoisinants. Elles représentent donc un réel enjeu pour le maintien de la biodiversité. (Rebouh et Merdaci, 2017)

I.4.3. Valeur esthétique

Les zones humides sont des espaces très convoités par l'agritourisme et l'écotourisme. Les paysages d'eau, de verdure et d'espèces animales sont fort appréciés. (Rebouh et Merdaci, 2017)

I.4.4. Valeur socioculturelle

L'utilisation des sociétés humaines des zones humides leur confère une vocation sociale de convivialité où l'activité cynégétique est souvent associée à ces rencontres. Parfois ces milieux recèlent une valeur spirituelle (Rebouh et Merdaci, 2017).

I.5. Zones humides en Algérie :

Les zones humides en Algérie sont restées longtemps méconnues et, encore aujourd'hui, leurs richesses ne sont pas bien connues dans leurs détails et de ce fait, demeurent sous estimées. (Benhallouche et Bendahmane, 2015)

Un premier inventaire des zones humides d'Algérie a été réalisé par Ledant et Van dijk (1977), Morgan et Boy (1982) et Morgan (1982). Ces auteurs ont souligné la grande richesse biologique et écologique de tout un réseau de zones humides s'étendant du Tell aux Oasis du Sahara Septentrional. (Benhallouche et Bendahmane, 2015)

D'après un recensement effectué en 2006, l'Algérie dispose de 1451 zones humides dont 762 sont naturelles et 689 sont artificielles (Fekir, 2010).

Aujourd'hui avec les nouvelles connaissances, le nombre de zones humides dépasse le millier si l'on inclue Oueds, grottes, Dayas et zones côtières.

I.6. Principales zones humides algériennes :

Selon (Benhallouche et Bendahmane, 2015) Les zones humides algériennes sont assez diversifiées et se présentent sous différents types :

- La partie Nord- est, l'une des plus arrosée de l'Algérie, renferme un complexe lacustre Particulièrement important par sa superficie. C'est dans cette partie que se trouvent les 2 grandes zones humides d'eau douce : le lac Oubeïra et le lac Tonga, inscrites depuis 1983 sur la liste de Ramsar.
- La frange Nord-ouest, soumise à un régime pluviométrique moins important, se caractérise par des plans d'eau salés : Marais de la Macta dans la Wilaya de Mascara, grande sebkha d'Oran, le lac Télamine et les salins d'Arzew dans la Wilaya d'Oran.
- Les hautes plaines et les plaines steppiques situées à l'intérieur des terres, sont caractérisées par une pluviométrie très faible accentuée par une sécheresse estivale très prononcée. On y rencontre principalement chotts et sebkhas. Ces lacs continentaux salés de très faible profondeur qui se sont formés au Pléistocène sous l'effet conjugué des pluies torrentielles, d'un ruissellement dans des paysages quasi-désertiques ayant entraîné la formation de vastes dépressions constituant en superficie le type de zone humide le plus important d'Algérie.
- Les sebkhas, dépressions peu profondes, renfermant de l'eau salée pendant de longues périodes, ne s'asséchant généralement qu'au plus fort de l'été. Certaines d'entre elles peuvent même rester humides toute l'année. Les sebkhas se différencient en fonction de la présence et de la nature de la végétation, les principales sont : la grande sebkha d'Oran, Garaet El Tarf, Ank Djemel, Garaet El Meghsel dans la Wilaya d'Oum El Bouaghi, Bazer et El Hamiett dans la Wilaya de Sétif.
- Les chotts, sont des dépressions peu profondes dont l'inondation est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Elles sont caractérisées par une végétation très riche composée essentiellement de salicornes. Les chotts les plus importants sont : chott El Hodna (M'sila), chott Melghir (Biskra), chott Merouane (El Oued), chott Zehrez Chergui et Gherbi (Djelfa), chott Chergui (Saïda), chott Aïn Beïda et chott Lalla Fatma (Ouargla), chott El Frain et chott El Beïda (Sétif).

- Au Sahara de l'Atlas Saharien, dans la zone désertique, caractérisée par une pluviométrie très faible, existe un réseau hydrographique fossile extrêmement ramifié, représenté en surface par des lits d'Oueds et des Oasis.

Enfin, dans les grands massifs montagneux de l'Atlas Saharien, du Hoggar et du Tassili, existent de nombreuses zones humides permanentes appelées Gueltas qui constituent, sans doute, une étape importante pour l'avifaune traversant le Sahara. (Benhallouche et Bendahmane, 2015)

I.7. Les zones humides des hautes plaines de l'Est-algérien :

Le Nord- Est algérien rassemble un vaste ensemble de zones humides côtières. Plus au sud, cette région recèle également de vaste complexes de lacs salés et autres zones humides d'une importance écologique. L'un des ces habitat est le complexe des zones humides des Hauts plateaux du Constantinois qui renferme une vingtaine de site (Saheb, 2003, Houhamdi *et al.*, 2008).

L'éco-complexe de zones humides des hautes plaines de l'Est algérien, par sa diversité de plans d'eau, couvre une superficie très importante, qui dépasse 160 000 ha en crue. Il s'étale de Sétif (1 200 m) à Ain El-Beida (plus de 1000 m) sur à peu près 300 km et il est composé d'une vingtaine de milieux humides plus ou moins grands et plus ou moins salés. La mise en eau dans ces zones humides est en fonction d'un équilibre entre l'entrée (précipitation, la nappe d'eau souterraines) et la sortie (évaporation). La plupart de ces milieux s'assèchent en été et d'autres ne se remplissent d'eau que durant les années de grandes pluviosités (**Figure. 02**).

Les milieux humides les plus spacieux de ces hautes plaines se trouvent encerclés dans la région des Sebkhass enclavée entre les wilayas d'Oum El-Bouaghi, Khenchela et Batna. Ces hydro systèmes sont dans leur majorité salés, difficilement accessibles et très peu de littérature scientifique les décrit (Benazouz, 1986 ; Saheb, 2003 ; Boumezbeur, 2004).

Les zones humides constituent également un lieu idéal d'une diversité biologique. Elles jouent un rôle essentiel dans l'alimentation et la reproduction de plusieurs espèces animales (oiseaux, micro invertébrées, macro invertébrés ...etc.).

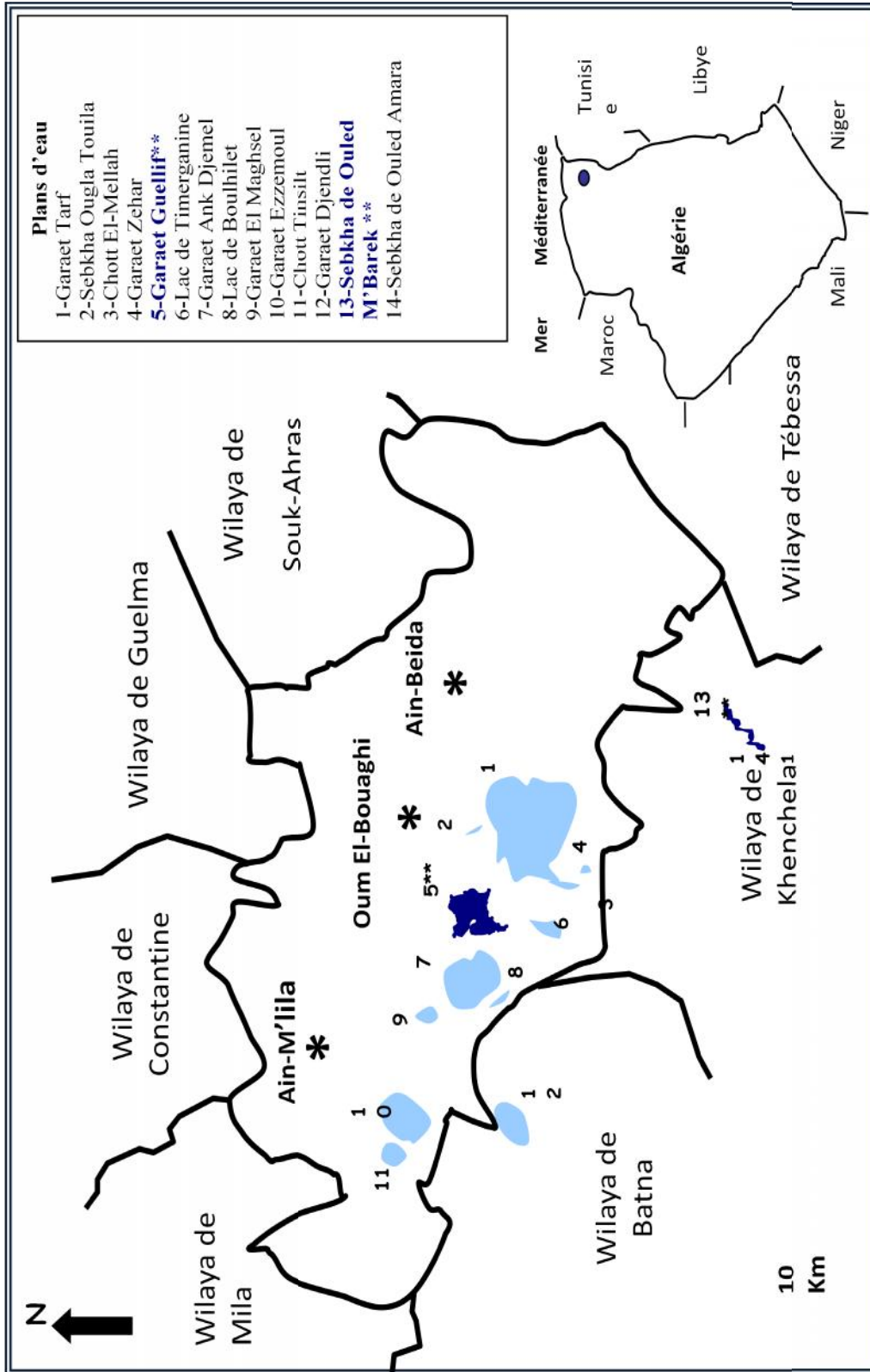
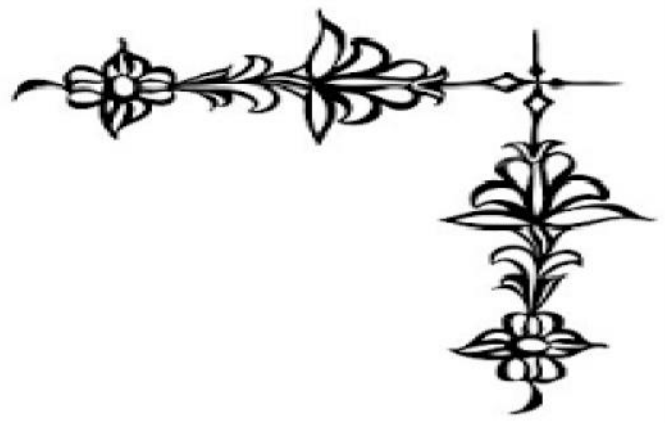
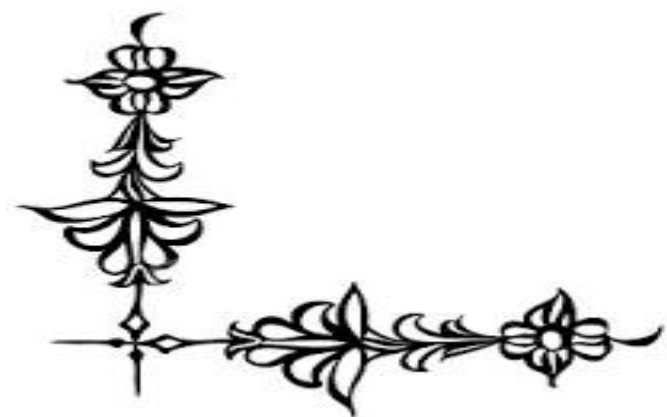


Figure 02. Situation géographique du complexe des zones humides des wilayas d'Oum El-Bouaghi, Khenchela et Batna. (Saheb, 2003)



CHAPITRE 99:

Qualité des eaux



II.1. Les caractéristiques physico-chimiques des eaux

Les paramètres physicochimiques (conductivité, salinité, solides totaux dissout la concentration des ions majeurs ...).

II.1.1. Caractéristiques Physiques des eaux**II.1.1.1. La couleur**

Elle liée au déversement de composés chimiques solubles fréquentant une coloration marquée. (Bezziou et Mekkaoui, 2013).

II.1.1.2. L'odeur

L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (Bezziou et Mekkaoui, 2013).

II.1.1.3. Température

La température est un paramètre intéressant dans l'étude des eaux elle joue un rôle très important dans la solubilité des minéraux. La mesure de température est effectué sur terrain, on utilise souvent dans ce but un thermomètre ou un multi paramètre. La lecture est effectuée après une immersion de 10minutes (Nehm, 2014)

II.1.1.4. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. C'est un facteur d'investigation de l'acidité ou de l'alcalinité d'une eau. Il est mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre portatif. (Merouani et Bouguedah, 2013)

II.1.1.5. Conductivité électrique (CE)

La conductivité (en $\mu S/cm$) indique la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Elle dépend de la présence des ions et de leur concentration relative, ainsi que de la température à laquelle s'opère la mesure. La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation globale de l'eau .Elle s'effectue à l'aide d'un conductimètre. (Mokdadi et Messai, 2015)

II.1.1.6. Potentiel redox (Eh)

Dans les systèmes aqueux, le potentiel redox (ou disponibilité en électrons) affecte les états d'oxydation des éléments (H, C, N, O, S, Fe...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominent. Quand les concentrations d'oxygène diminuent, le milieu devient plus réducteur ce qui se traduit par une réduction du potentiel redox. Dans les eaux naturelles, des comparaisons relatives de l'évolution du

potentiel redox peuvent être utiles pour suivre les degrés de changement du système aquatique. Le potentiel redox se mesure en mV. (Khemici, 2014)

II.1.1.7. Dureté

Selon (Khemici, 2014) La dureté de l'eau exprime la somme de tous les cations métalliques à l'exception des métaux alcalins. Le calcium et le magnésium sont les principaux ions responsables. Il y a plusieurs types de dureté de l'eau :

- La dureté totale est équivalente à la concentration de Ca^{++} , Mg^{++} ainsi que les autres ions bivalents comme Fe^{2+} , Ba^{2+} et Sr^{2+} .
- La dureté des carbonates est équivalente à la concentration de bicarbonates présents, parce que le carbonate de calcium est presque totalement insoluble dans l'eau (14 mg/l à 25 °C).
- Cependant la dureté des non-carbonates est équivalente aux ions bivalents dont les ions pairs sont formés avec des anions comme les chlorures, sulfates et nitrates. (Khemici, 2014)

II.1.1.8. Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. (Rodier, 2009).

Elle ne mesure pas cette quantité, mais elle exprime la capacité des particules à retenir et diffracter la lumière. La turbidité s'exprime en Unité Formazin (FTU) ou en unité Néphélométrie (NTU). (Khemici, 2014)

II.1.1.9. La salinité

Théoriquement, la salinité désigne la masse totale de substances solides dissoutes dans un kilogramme d'eau, ainsi selon Sorensen (1902), la salinité est définie comme la masse exprimée en grammes des composés solides contenus dans un kilogramme d'eau. (Sedrati, 2013).

II.1.1.10. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres microorganismes de l'eau. La quantité de matières en suspension varie

notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par conséquent, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...) (MERABET, 2010).

II.1.2. Caractéristiques chimiques des eaux

II.1.2.2. Éléments majeurs dans les eaux

II.1.2.2.1. Les Cations majeurs

II.1.2.2.2. Calcium (Ca^{+2})

Le calcium est un élément principal dans le squelette (99%). Le calcium est un élément essentiel de la dureté de l'eau, est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Ses sels se rencontrent presque dans toutes les eaux naturelles (Savary, 2010).

II.1.2.2.3. Potassium (K^+)

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants (Houillier et *al.* 2004).

Cette substance peut provenir des industries extractives (mines de sels de potasse), des usines d'engrais et des industries du verre et matériaux connexes (Savary, 2010).

II.1.2.2.4. Sodium (Na^{++})

Ce métal est très abondant ne se rencontre pas naturellement à l'état natif mais toujours associé à d'autres éléments chimiques (comme le chlorure de sodium NaCl). Le sodium est ingéré quotidiennement par l'eau et les aliments qui en représentent la principale source (Savary, 2010).

II.1.2.2.5. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature et il est présent dans la plupart des eaux naturelles. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel et aussi il est indispensable pour la croissance et pour la production de certaines hormones (Savary, 2010).

II.1.3. Les anions majeurs

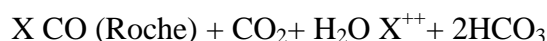
II.1.3.1. Chlorures (Cl⁻)

Les chlorures peuvent avoir plusieurs origines et sont liés principalement à la dissolution des terrains salifères. La dissolution de ces sels étant très facile d'où à leurs présences en fortes concentrations dans les eaux ayant traversées les formations argilo-sableuses ou argileuses. (Belaa et Abboud, 2004)

Ainsi, ils peuvent provenir également de l'action humaine à partir du soulage des routes, ou par contamination par les eaux usées. Les chlorures donnent un goût désagréable et posent le problème de la corrosion dans les canalisations et les réservoirs à partir de 50 mg/l (norme de l'O.M.S). (Belaa et Abboud, 2004)

II.1.3.2. Bicarbonate (HCO₃⁻)

Les bicarbonates résultent de l'équilibre physico-chimique entre la roche, l'eau et le gaz carbonique selon l'équation générale suivante :



L'élément (X) peut être le (Ca⁺⁺) ou le (Mg⁺⁺), il est très probable que ce soit le Ca⁺⁺, car le Mg⁺⁺ est très soluble, sauf si l'eau est thermale, l'origine principale des carbonates est la dissolution des roches carbonatées et gypsifères (Trias). (Bouali et Berkane, 2015)

II.1.3.3. Sulfates (SO₄⁻²)

La présence des sulfates dans l'eau peut être d'origine naturelle liée à la dissolution du gypse, au lessivage des terrains pyrifères ou à l'oxydation des sulfures, ou d'origine anthropique en relation avec une pollution industrielle ou urbaine (Belaa et Abboud, 2004).

II.1.3.4. Les Nitrates (NO₃⁻)

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans les couches de sol et par la décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse et/ ou naturels. L'azote est un élément indispensable dans l'édification de la cellule. Dans le domaine aquatique, l'azote existe sous forme moléculaire (N₂) ou ionisée : Nitrates (NO₃⁻), Nitrites (NO₂⁻) et ammonium (NH₄⁺) ainsi que sous forme organique dissoute en particulaire (protéine, acides aminés, urée) (Bouali et Berkane, 2015).

II.1.4. Les substances nutritives**II.1.4.1. L'azote ammoniacal NH_4**

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote. L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+) (Sedrati, 2013).

II.1.4.2. Le Phosphore PO_4

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui sans hydrolyse ou minéralisation répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des orthophosphates. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique (Rodier, 2009).

II.1.5. Eléments en traces métalliques

On appelle métaux lourds, les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5g/cm^3 . Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces: mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure. (Bouali et Berkane, 2015)

II.1.5.1. Fer (Fe) et Manganèse (Mn^{2+})

Ces deux éléments chimiques sont souvent rencontrés ensemble dans la nature. La présence de fer dans l'eau peut avoir diverses origines : naturelle par le lessivage des terrains argileux, ou industrielle (métallurgiques, sidérurgiques). Par contre, la présence du manganèse, du point de vue industriel, est liée à la métallurgie, l'industrie électrique et l'industrie chimique. Dans les eaux bien aérées, les concentrations de ces deux éléments sont souvent faibles. En revanche dans les eaux peu aérées (nappe captive), on observe de fortes concentrations (Debieche, 2002).

II.1.5.2. Le Zinc

Le zinc (Zn^{2+}) est un métal très répandu sur le globe. Il entre dans les alliages, la galvanisation des pièces métalliques et dans la fabrication des pigments pour la teinture. (Debieche, 2002)

II.1.5.3. L'Aluminium (Al)

On trouve couramment l'aluminium sous la forme de silicate d'aluminium ou combine avec d'autres éléments, tels que le sodium, le potassium, le fer, le calcium et le magnésium. Dans l'industrie, il est utilisé dans le traitement de surface, la métallurgie, l'industrie de l'alumine, les colorants et l'industrie pétrochimique (Debieche, 2002).

II.1.5.4. Le Cuivre (Cu²⁺)

Dans les eaux, le cuivre provient pour la majeure partie de l'érosion des sols par les cours d'eau : 68 % ; de la contamination par le Sulfate de Cuivre : 13 % ; et des rejets d'eaux usées qui contiennent encore du Cuivre, même après traitement. Le Cuivre en excès produit des radicaux libres responsables de lésions cellulaires au niveau de l'ADN et d'organites tels que les mitochondries ou les lysosomes (Pichard, 2003).

II.1.5.5. Cadmium (Cd²⁺)

Le cadmium est un métal relativement rare dans la nature. Sa stabilité dans l'eau est fonction du pH et du potentiel d'oxydoréduction. Son origine, d'un point de vue industriel, est liée aux matières plastiques, huiles de moteurs, piles et dans les produits de stabilité thermique (Debieche, 2002).

II.1.5.6. Plomb (Pb²⁺)

Le plomb se présente sous la forme de sulfures (galène), de carbonates (cérusite) et phosphates (pyrophosphite). Dans l'industrie, on le trouve dans la fabrication des accumulateurs acides, de la soudure, des pigments (Debieche, 2002)

II.1.5.7. Le Chrome (Cr)

Dans la nature, le chrome se retrouve dans les roches basiques avec des teneurs plus importantes et sous forme de traces dans les silicates (pyroxène et grenat). Son origine industrielle est liée à la galvanoplastie, tannerie, raffinerie, métallurgie, colorants, textile et peinture. Dans les eaux, le chrome se présente sous deux formes chimiques : la forme hexavalente (Cr VI) et la forme trivalente (Cr III). Le chrome VI représente la forme la plus toxique pour l'homme. (Debieche, 2002)

II.2. Pollution d'eau**I.2.1. Définition de pollution d'eau**

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est l'interface entre l'air et le sol, subit donc les dégradations de ces deux milieux (Bouziani, 2000).

L'eau compte tenu de ses propriétés physico-chimique est trop souvent utilisée par l'homme comme un vecteur d'évacuation de la majorité de ses déchets, ainsi pollué, elle devienne un vecteur de pollution (Emilian, 2004).

La pollution de l'eau est peut être observée à différents niveaux dont on cite:

- Les nappes ou les sources d'eaux par suite d'infiltration d'eaux usées (Fosses, latrines).
- Les eaux de surfaces: les fleuves; les rivières et les oueds qui sont rouilles par les déversements des eaux non traités.
- Les canalisations et les réseaux d'alimentations en eau (Bouziani, 2000).

II.2.2. Classification de la pollution**II.2.2.1. Classification selon le type de polluant**

Il existe plusieurs manières de classer la pollution. Selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories : pollution physique, pollution chimique et pollution biologique.

II.2.2.1.1. Pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution nucléaire (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) (Merouani, et Bouguedah, 2013).

II.2.2.1.2. Pollution chimique :

Elle est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables (Melghit, 2012).

II.2.2.1.3. Pollution biologique

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques.....etc.) (Oubagha, 2011).

II.2.3. Classification selon l'origine de la pollution

Selon l'origine de la pollution, on distingue quatre catégories : pollution domestique, urbaine, agricole et pollution industrielle.

II.2.3.1. Pollution domestique

La pollution domestique se caractérise par la présence des germe fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux et des détergents, elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (Aissaoui, 2013).

Elle est due principalement aux rejets domestiques (eaux de lavage, huiles de vidange, matières fécales, etc....) (Oubagha, 2011).

II.2.3.2. Pollution urbaine

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité (Melghit, 2012).

II.2.3.3. Pollution agricole

L'agriculture, l'élevage, l'aquaculture et l'aviculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates. L'utilisation des engrais en agriculture: La modernisation de l'agriculture et son intensification ont été généralement accompagnées d'une utilisation abusive et non rationnelle des engrais azotés, notamment l'utilisation des pesticides en agriculture, les pesticides sont utilisés en agriculture pour protéger les cultures et les récoltes contre les insectes prédateurs afin d'augmenter les rendements (Melghit, 2012 et Oubagha, 2011).

II.2.3.4. Pollution industrielle

Le développement accéléré des techniques industrielles modernes a engendré une pollution très importante. En effet, celle-ci est devenue plus massive, plus variée et plus insidieuse. Devant l'extrême diversité de ces rejets, une investigation propre à chaque type d'industrie est nécessaire: il est donc primordial d'être parfaitement

informé sur les procédés de fabrication et le circuit des réactifs et des produits (Oubagha, 2011).

II.2.3.5. L'eutrophisation, un cas particulier de pollution

L'eutrophisation, c'est « l'asphyxie d'un lac ou d'un fleuve ». En effet, c'est un apport excessif en nutriments et en matière organique biodégradable issue de l'activité humaine. Elles s'observent dans différents milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées : les lacs principalement, mais aussi certains fleuves comme la Tamise par exemple, c'est-à-dire que les nutriments proviennent principalement des phosphates qui sont dans les détergents et les engrais, ou qui proviennent des nitrates contenus dans les engrais azotés, mais également dans l'ammoniac. (Sedrati, 2013)

Dans les milieux aquatiques, l'augmentation des nutriments accélère la production d'algues et de plantes. (Sedrati, 2013)

II.3. Les méthodes de prélèvement d'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. (Rodier, 2009).

II.3.1. Mise en place d'une démarche de prélèvement

Avant de commencer les mesures, il est important de bien évaluer les besoins et attentes que devra satisfaire. (Anras, 2004)

La démarche de prélèvement. Les étapes sont les suivantes :

- 1) Identifier les objectifs.
- 2) Mise en place d'un plan d'échantillonnage adapté qui demande une réflexion sur le choix de l'emplacement des stations (représentativité) des paramètres pertinents à suivre (en plus des relevés in situ) et de la fréquence d'échantillonnage.
- 3) Évaluer la faisabilité technique et financière de la démarche, à partir d'une étude sur le "coût-bénéfice" de la réalisation du prélèvement. Cela demande de tenir compte des coûts de matériel, de personnel, des frais de déplacement, de l'entretien du matériel, etc. Se renseigner également sur les exigences du commanditaire concernant l'accréditation afin de connaître la portée des données recueillies. (Anras, 2004)

II.3.2. Préparation d'une campagne de prélèvement

À son premier temps, il est nécessaire de bien préparer le flaconnage. À savoir s'il est adapté aux paramètres que vous souhaitez suivre. S'assurer également auprès du laboratoire partenaire que le flaconnage respecte les normes en vigueur. (Anras, 2004).

En plus des flacons, prévoyez du matériel annexe à emporter qui est indispensable lors des prélèvements : de l'essuie-tout, de l'eau distillée, un dispositif de prélèvement (panier, perche, seau, etc.), une enceinte réfrigérée pour la conservation des échantillons le temps des prélèvements, un bidon d'eau claire, une trousse de soin avec du désinfectant, un équipement de protection individuelle (gants latex, bottes, gilet jaune), etc. (Anras, 2004).

Ors des prélèvements, certains risques peuvent être encourus :

- biologiques : des bactéries et virus sont présents dans l'eau et peuvent conduire à des risques infectieux au contact de la bouche, des yeux, etc.
- hydriques : attention aux débits importants quand les prélèvements sont à réaliser dans le cours d'eau.
- environnementaux : routes, fils électriques, etc.
- chimiques : conservateurs dans certains flacons

II.3.3. Réalisation d'une campagne de prélèvement

L'arrivée sur le site, vérifiez que les conditions soient normales et que le prélèvement ne présente pas de danger immédiat. Identifiez chaque bidon (feutre, étiquettes) et renseignez la fiche de terrain en conséquence. Les paramètres doivent être relevés simultanément au prélèvement pour faciliter ensuite le traitement et l'interprétation des données. Essayez de concentrer l'ensemble des prélèvements sur une période de temps restreinte. (Anras & Guesdon, 2007).

Permettant de trouver une aide sur l'élaboration des protocoles de mesures.

Sur le terrain, le bouchon doit faire l'objet de toutes les attentions : lorsqu'il est déposé à l'ouverture du flacon, il faut prendre soin de ne pas toucher l'intérieur ni de le mettre en contact avec un autre matériau.

Les résidus de lavage, les traces de doigts et les souillures de terre peuvent être à l'origine de résultats incohérents. Les dosages de phosphates, par exemple, peuvent ainsi être aisément biaisés. Le débouchage, transvasement et rebouchage doivent s'effectuer rapidement pour limiter les risques de contamination (Anras & Guesdon, 2007).

La technique de prélèvement est la suivante :

- rincer trois fois (de façon énergique) le flacon et son bouchon sauf si celui-ci est à usage unique et contient un fixateur. L'eau de rinçage ne doit jamais être prélevée en surface. Lors de l'écoulement de l'eau dans le flacon, un tour de main particulier fait que l'eau s'écoule en tourbillonnant le long des parois.

- égoutter la bouteille en la secouant le col vers le bas
- plonger la bouteille dans l'eau avec le col vers le bas
- retourner la bouteille en la laissant inclinée selon un angle de l'ordre de 45°, goulot en position supérieure face au courant
- remplir la bouteille lentement sans barbotage
- en fin d'opération, lorsque la bouteille est pleine, il faut la remonter et la "sonner" en l'inclinant en tout sens (sans créer d'émulsion) et en s'arrêtant de temps à autre de façon à chasser toutes les bulles d'air se trouvant au contact des parois ;
- rincer le bouchon par agitation dans l'eau
- boucher la bouteille avec précaution, mais vivement de façon à ne pas emprisonner de bulles d'air. Le flacon est donc rempli complètement (sauf paramètres particuliers).

Les prélèvements peuvent se réaliser soit :

- Dans le cours d'eau. Se rapprocher le plus possible du chenal d'écoulement principal et réalisez le prélèvement à la main face au courant. Le prélèvement se réalise en "amont" du préleveur pour ne pas contaminer l'eau prélevée. Plongez les flacons à une trentaine de centimètres de profondeur en évitant de récupérer les eaux de surface l'arrière du flacon fait face au courant. (Anras & Guesdon, 2007).

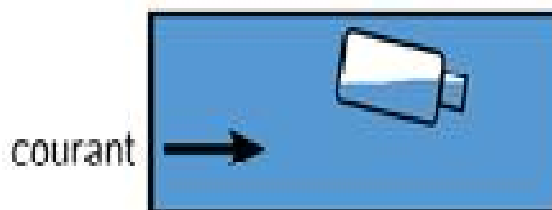


Figure 2 : Méthode de prélèvement dans le cours d'eau. (Anras ,2004).

- Depuis la berge. Attention à ne pas prélever trop proche de la berge et en utilisant un support permettant d'échantillonner à distance. On peut employer une perche télescopique un porte-bouteille, etc. perche. (Anras & Guesdon, 2007).
- Depuis un pont. Le prélèvement se fait à l'aide d'un seau et d'une chaîne en inox dans le chenal d'écoulement principal. Prélevez l'eau dans le sens aval ou amont selon le contexte et le courant. Le remplissage des flacons se fait selon la méthode du fractionnement (figure04). Il arrive que les eaux prélevées à l'aide d'une perche ou au seau ne soient pas parfaitement homogènes, dans ce cas, le fractionnement permet de créer un échantillon "moyen" en transvasant les eaux d'un flacon à un autre jusqu'à les remplir totalement. (Anras & Guesdon, 2007).

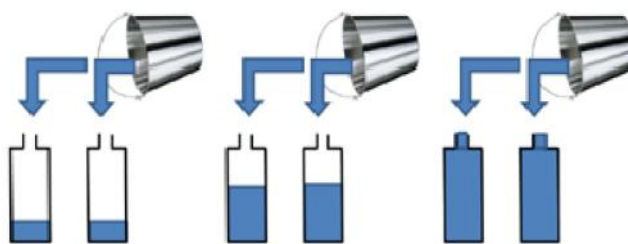
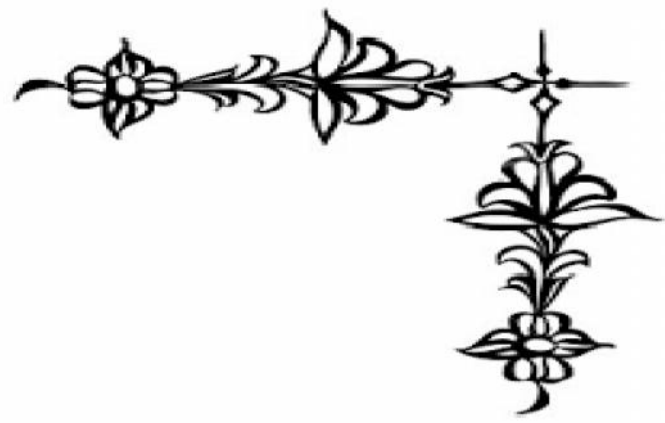


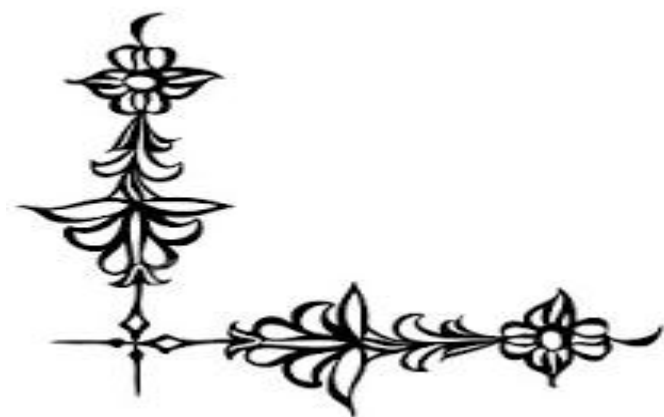
Figure0 4 : Méthode d'échantillonnage au seau. (Anras ,2004).

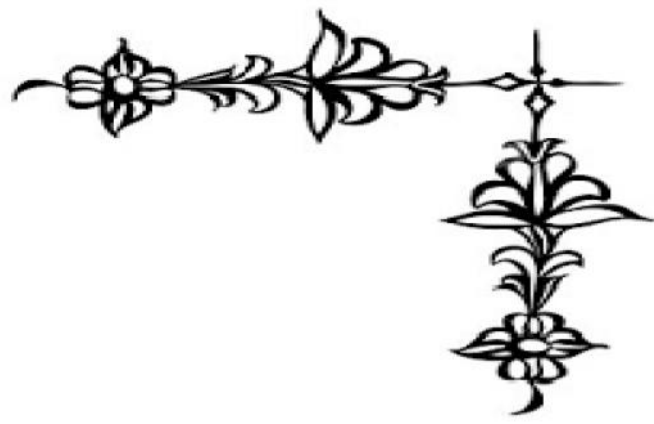
II.3.4. Stockage et transport des échantillons

Le stockage est une opération importante, elle impose souvent une phase préalable de transport. À ce niveau, disposez de glacières munies de plaques eutectiques (réfrigérées) en nombre suffisant pour tamponner les variations thermiques. Vérifiez que la température se maintienne entre 1 à 5°C. Disposez les échantillons au noir pour stopper toute photosynthèse par le micro algues. Les échantillons sont ensuite disposés en chambre froide au laboratoire ou congelés selon le cas. Il est recommandé d'éviter toute rupture de la chaîne du froid (Anras & Guesdon, 2007).

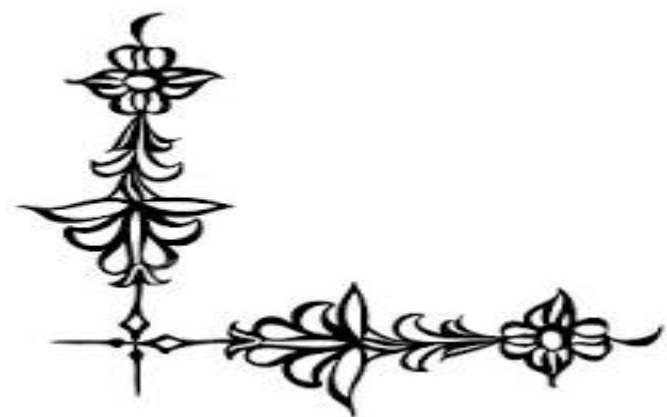


Deuxième partie:
Partie expérimentale





Chapitre 999 :
Présentation de la zone
d'étude



III.1. Description du site d'étude :**III.1.1. Cadre général :****III.1.1.1. La commune :**

Avant le découpage administratif de février 1985, la commune d'El-Mahmel faisait partie du territoire de la wilaya de Tébessa. Elle a été, donc rattachée à la wilaya de Khenchela en 1985 et elle fait partie de la daïra d'Ouled Rechache (**Figure 05**). Elle est située dans la partie Nord-orientale de la wilaya de Khenchela entre :

- Au Nord ; les communes de Ain Touila et N'sigha,
- A l'Ouest : la commune de Babar,
- A l'Est et au Sud : les communes de Bedjéna et Stah Guentis.

Historiquement, la sebkha était essentiellement la propriété de colon français où il pratiquait deux activités essentielles :

- L'agriculture et l'élevage
- L'exploitation du sel durant les années de la révolution celui-ci était acheminé vers Tizi-Ouzou, Jijel et Bejaia pour la préparation et le tannage des cuirs.

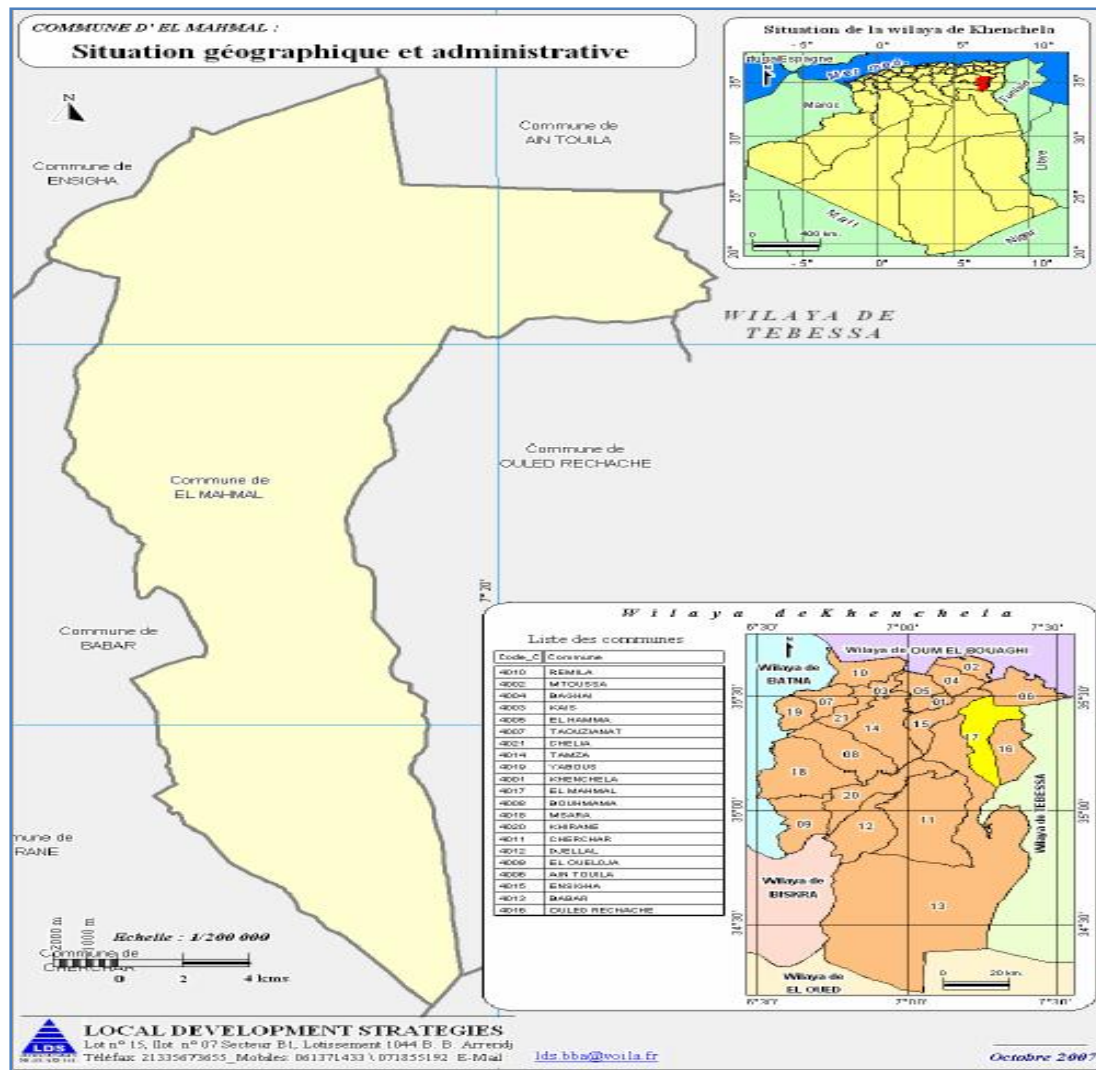


Figure 05 : Carte de situation géographique et administrative de la zone d'étude
(Source : Direction de l'hydraulique de Khenchela).

III.1.1.2. Histoire de la zone :

Le site « *Esbikha* » est considéré comme l'une des plus importantes zones humides de la wilaya de Khenchela. Son importance est due à sa grande superficie et le rôle qu'elle joue au niveau social, économique et industriel. Il était essentiellement la propriété des colons français.

III.1.1.3. Coordonnées géographiques :

- Longitude: 914 km (5°, 49'), 924 km (5°, 25')
- Latitude: 236 km (39°, 25'), 244 km (39°, 33')
- Altitude: 1070 m

III.1.2. Géographie et hydrologie

Les hydrosystèmes Esbikha « El-Mahmel » sont considérés comme les plus importantes zones humides et le seul écosystème aquatique naturel de la wilaya de Khenchela. Cette zone humide se trouve dans la partie nord de la commune, au nord de la RN 32 reliant El-Mahmel à Zoui (Figure 06). Sebkheth El-Mahmel, est un lac salé allongé, divisé en plusieurs séries d'unités, dont deux sont les principaux, connus sous le nom de Sebkheth Ouled Amara et Sebkheth Ouled M'Barek. (Figure 07 et 08).

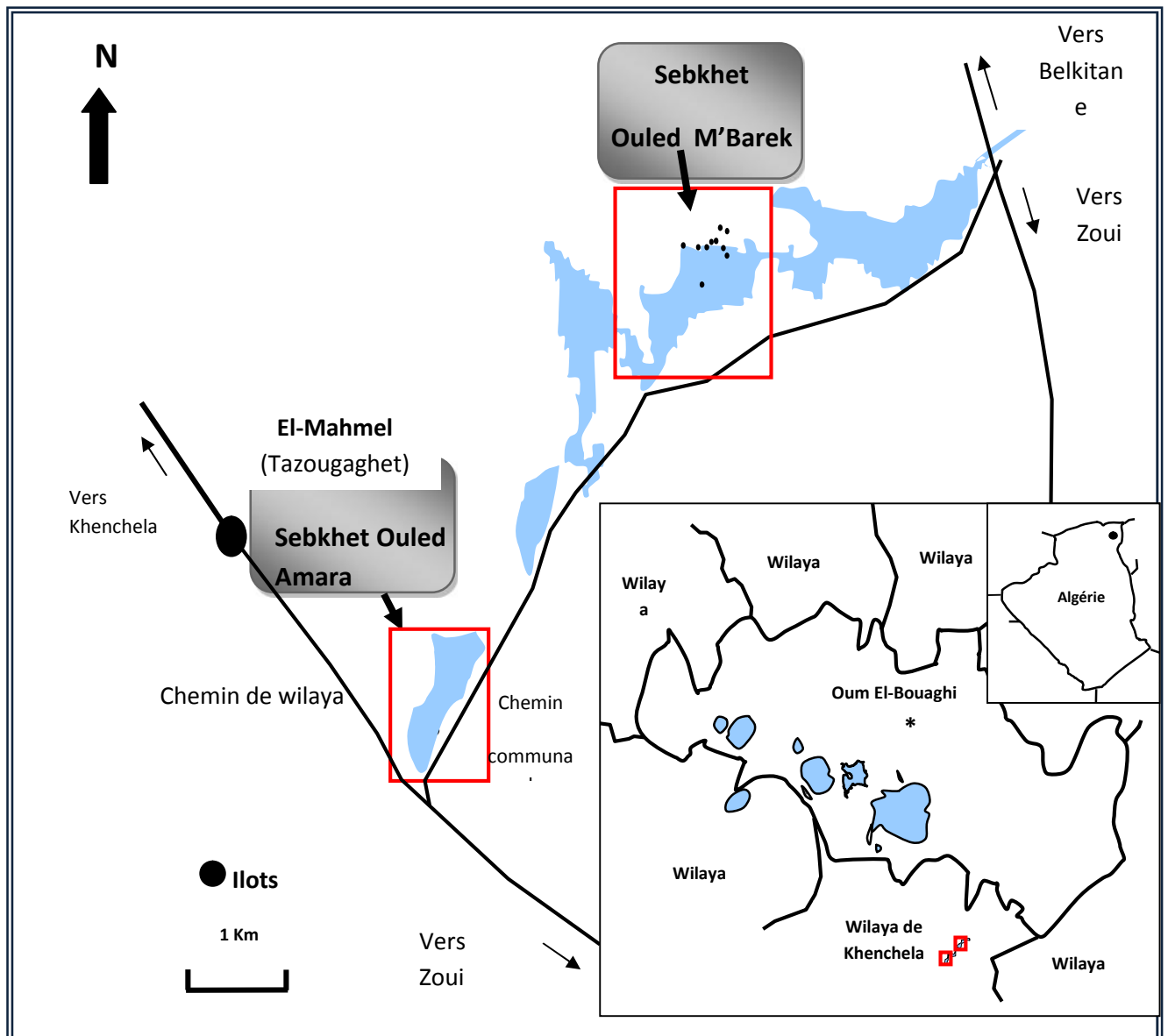


Figure 06 : Situation géographique de la Sebkheth d'El-Mahmel (Khenchela) (Saheb, 2003)



Figure 07 : Vue générale de la Sebket de Ouled M'Barak, El-Mahmel, wilaya de Khenchela (Photo Bouakkaz, 2015)



Figure 08 : Vue générale la Sebket de Ouled Amara, El-Mahmel, wilaya de Khenchela (Photo Bouakkaz, 2015)

La Sebka El-Mahmel couvrant 1.290 hectares, elle se trouve entourée par djebel Chattaia (1455 m d'altitude) à l'Ouest, Djebel Tafrennt (1406 m) au nord, Djebel Tadinart (1408m) et Djebel Tadelist (1410 m) au sud, alors qu'à l'Est, elle s'ouvre sur la plaine de Dhalaal, alimenté continuellement par Oued Ounrhal et Oued Gueuntis qui déversent dans Oued Meskiana via Oued El-Melah (Nedjah, 2005 ; Bouchecker, 2005).

Ces deux Sebkhetts d'une profondeur variant entre 0.6 et 1.2 m abritent une avifaune aquatique très diversifiée. La Sebkhha de Ouled M'Barek renferme une série de petits îlots souvent utilisés par l'avifaune aquatique pour se reposer, se réfugier et se reproduire et dont les caractéristiques sont mentionnées sur le tableau 1 :

Tab. 1. Caractéristiques des îlots de la Sebkhha de Ouled M'Barek. (Saheb, 2003).

Paramètres Îlots	Surface (ha)	Distance berge la plus proche/Îlot en (m)	Niveau d'eau (cm)	Pourcentage de recouvrement végétal	Hauteur de l'îlot (m)
Îlot 1	0.63	203	60	70	2.8
Îlot 2	0.38	155	58	75	1.9
Îlot 3	0.09	1	15	60	0.013
Îlot 4	0.03	178	30	80	0.9
Îlot 5	0.04	178	30	80	0.9
Îlot 6	0.03	18	20	65	0.3
Îlot 7	0.29	328	30	35	0.3

III.1.3. Pédologie :

Les sols salins se rencontrent principalement dans la région des Sebkhhas. Ils se développent au-dessus de roches riches en sodium. Il peut s'agir de roches naturellement riches en sodium ou de roches secondairement enrichies en sodium en provenance d'une nappe salée d'origine continentale. L'enrichissement secondaire résulte des mauvaises pratiques culturales, au cours desquelles des remontées d'eau chargées en sel finissent par stériliser les sols. Les causes de ces remontées de sel sont multiples. L'irrigation, associée à une forte évapotranspiration, est une des causes la plus souvent avancée (Benazouz, 1986).

Les sols salins se caractérisent par un profil simple avec un seul horizon, assez épais, constitué de matières organiques et minérales encroûtées de dépôts de sel précipité. (**Figure 09**)



Figure 09 : Les sols salés de la région des Sebkha (Photo Bouakkaz, 2015)

III.1.4. Menaces écologiques et environnementales :

III.1.4.1. Pollution par les rejets solides et liquides :

Les rejets sans traitement, des ordures ménagères et des eaux usées domestiques, directement dans le périmètre des sebkhas présentent des effets dont personne n'ignore la nuisance à l'encontre de l'écosystème. (Bouakkaz, 2015)

Ainsi comme il n'y a pas une station d'épuration, ces eaux usées viennent se concentrer dans le plan d'eau de la sebkha et contribuent à la surcharge de polluants chimiques et microbiologiques du plan d'eau de la sebkha. La microflore de la sebkha se trouve ainsi changée, ce qui influencera directement ou indirectement sur les communautés animales et végétales vivantes dans cette zone humide. (Bouakkaz, 2015)

Cette situation désastreuse a conduit les autorités locales de programmer la réalisation d'une station d'épuration (dont les travaux sont en cours) et que peut jouer un rôle important dans la protection de cet écosystème écologique, la préservation et la protection de ces lieux de regroupement, d'hivernage et de nidification de cette diversité avifaunistique utilisant cette zone humide. (**Figure 10**) (Bouakkaz, 2015)



**Figure 10 : Pollution de la Sebkhet d'El Mahmel par les rejets solides et liquide
(Photos Bouakkaz, 2015)**

III.1.4.2. Exploitation croissante des ressources hydriques :

L'exploitation croissante des ressources hydriques (superficielles et souterraines) pour les besoins de l'agriculture risque d'entraîner, avec l'utilisation des cultures irriguées, une baisse du niveau des nappes sous-jacentes et une augmentation de la salinité de Sebkhet El Mahmel.

III.1.4.3. Activités agricoles

Les activités agricoles ainsi que l'élevage pratiqué dans le secteur engendrent les effets néfastes suivants:

- Une extension des cultures aux dépens des habitats naturels, réduisent ainsi les superficies des zones humides.
- Une pollution par les fertilisants et pesticides qui portent préjudice, en particulier, aux herbiers aquatiques dont dépendent les oiseaux.
- Le surpâturage qui contribue à la dégradation du couvert végétal naturel entourant Sebkhet El-Mahmel.

III.1.4.4. La chasse et le braconnage :

La chasse et le braconnage pratiqués par la population locale ne nuit pas ou peu sur les oiseaux d'eau, par contre, l'intrusion des chasseurs non résidents dans la commune présente

de nombreux inconvénients tels la chasse non réglementaire, le prélèvement supérieur à leurs besoins. (Bouakkaz, 2015)

Un braconnage pratiqué dans les endroits fréquentés par des espèces menacées d'extinction a été constaté. De plus, la chasse du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* est une espèce appréciée pour les chasseurs de la région. Cette espèce est chassée durant toute l'année dans ce site et dans d'autres zones humides des Hautes plaines de l'Est algérien. (Bouakkaz, 2015)

De plus, les enfants des riverains qui trouvent dans la sebkha un lieu de jeu, ont pris l'habitude de prendre les œufs des nids, non pas pour les consommer mais tout simplement pour jouer avec, menaçant ainsi la nidification des espèces d'oiseaux d'eau (l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta*, l'Echasse blanche *Himantopus himantopus*, le Canard colvert *Anas platyrhynchos* ...). Le même sort touche les œufs qui arrivent à éclore car les poussins finiront d'une manière ou d'une autre dans les mains de ces enfants. (Bouakkaz, 2015)

III.1.5. Climatologie :

Le climat est le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière directe sur les populations animales (Thomas, 1976). La région de Khenchela, comme le reste du pays est sous la dominance du climat méditerranéen. Ce climat est caractérisé par une sécheresse estivale qui varie de quatre à cinq mois et une pluviométrie assez régulière dont la plus grande quantité est notée durant l'hiver. (Bouakkaz, 2015)

Ainsi, en se basant sur les données météorologiques récoltées sur vingt quatre années consécutives (2008-2017) de la station d'El-Hamma (**Tab.2**), le tracé du graphique (le diagramme pluviothermique) selon la méthode de Bagnouls et Gaussen qui nous permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie moyenne annuelle et la température sur des axes où le premier est pris à une échelle double du second. La saison sèche apparaît lorsque la courbe des précipitations rencontre et passe sous celle des températures (Bagnouls et Gaussen, 1957; Fustec et Lefeuvre, 2000). Ceci fait ressortir une période sèche qui s'étale sur quatre mois allant du mois de mai jusqu'au mois de septembre (**Figure 11**).

Tab.2. Données météorologiques de la station de Khenchela (2008-2017).

Paramètres Mois	Température moyenne mensuelle (°C)	Précipitation moyenne mensuelle (mm)	Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)	Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)
Janvier	6,68	42 ,76	12,5	3,16
Février	7,3	36 ,23	12,8	2,14
Mars	10,15	49 ,5	15,8	4,65
Avril	14,5	48,4	20,4	7,71
Mai	18,5	59,58	25,2	11,9
Juin	22,90	22,87	30,56	21,19
Juillet	27,7	17,73	35,2	19,3
Août	26,35	31 ,91	34,12	18,75
Septembre	21,70	56,42	28,15	15,54
Octobre	15,81	43,56	21,66	10,56
Novembre	11,25	29,93	16,67	6,58
Décembre	7,51	30,15	11,93	3,6
Précipitation annuelle (mm)		469 ,04		

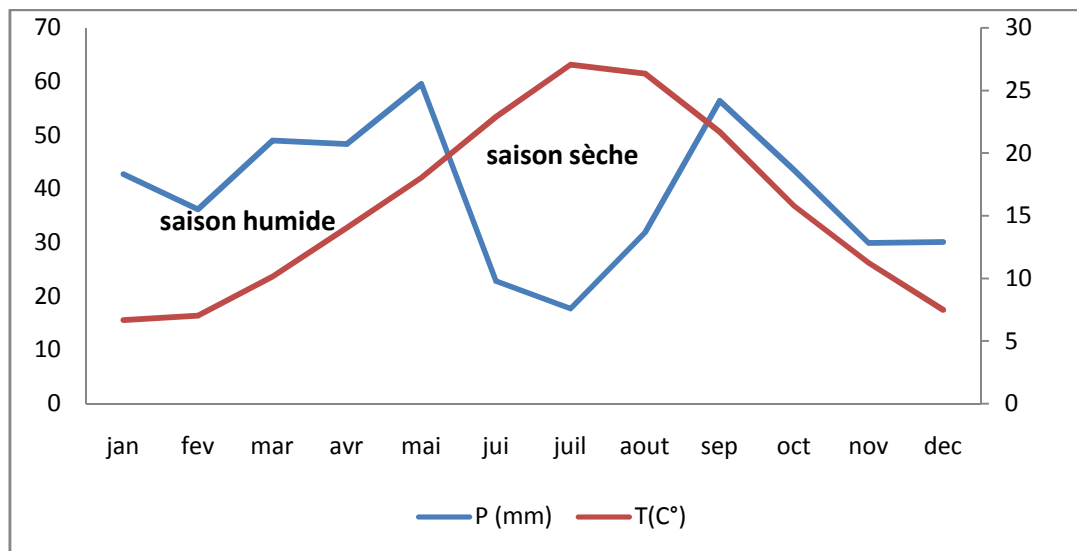


Figure 11 : Diagramme pluviothermique de la région de Khenchela (2008-2017)

III.1.6. Caractéristiques écologiques :

III.1.6.1. Cadre biotique :

III.1.6.1.1. La flore :

La sebkha est entourée par une ceinture de végétation constituée principalement de plantes halophytes dont les principales sont *Salicornia fructicosa*, *Atriplex halimus*, *Salsola fructucosa*, *Chenopodium album* (Chénopodiacées), *Moricandia arvensis*, *Diplotaxis erucoïdes*, *Brassica oleracea* (Crucifères), *Centaurea calcitrapa*, *Hypochaeris radicata* (Astéracées). Les plantes caractéristiques des zones salées sont ainsi présentes durant toute l'année sur les rives de cette sebkha (Tab. 3). (Bouakkaz, 2015)

Tab. 3 : Les familles représentées dans sebkhet El mahmel sont :(Bouakkaz, 2015).

<i>Familles</i>	<i>Les espèces</i>
<i>Les Chénopodiacées</i>	elles occupent les zones salées, ces plantes forment des biotopes classiques au niveau du chott, elles s'installent en position pionnière sur les rives des sebkhas. Exemple : <i>Salicornia fructicosa</i> , <i>Atriplex halimus</i> , <i>Salsola fructicosa</i> et <i>Chenopodium sp</i>
<i>Les Crucifères</i>	une plante annuelle qui se présente sous forme de touffes, elle occupe des terrains rocailleux. L'espèce la plus représentée et <i>Moricandia arvensis</i>
<i>Les Composées</i>	C'est une plante herbacée vivace. On a noté la présence de plusieurs espèces : <i>Traxacum officinalis</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Calendula arvensis</i> et <i>Scorzonera Laciniata</i> .
<i>Les Caryophyllacées</i>	Nous avons recensé deux espèces : <i>Spergularia salina</i> (spergulaire saline) et <i>silène gallica</i> (silène)/.
<i>Les Plantaginacées</i>	C'est une herbe vivace qui colonise la plaine et champs. Nous avons recensé deux espèces : <i>Plantago major</i> et <i>Plantago albicans</i>
<i>Les Zygophyllacées</i>	<i>Peganum harmala</i> « Harmel » : C'est une plante herbacée vivace qui fleurit en mai, colonise les sols sablonneux, les plaines et les champs.
<i>Les Graminées</i>	Cette plante herbacée annuelle. Elle s'accommode bien aux sols relativement salins. . Nous avons recensé plusieurs espèces : <i>sativa</i> « Avoine «folle » choufane », <i>Dactylis glomérata</i> , <i>Stipa retrata</i> , <i>Bromus rubens</i> , <i>Cynodon dactylon</i> .
<i>Les Papilionacées</i>	C'est une plante vivace qui fleurit de mai à octobre, elle est considérée comme plante de lumière abondante dans les pâtures : <i>Trifolium repens</i> et <i>Medicago ciliaris</i>
<i>Les Euphorbiacées</i>	<i>Euphorbia biumbellata</i> : C'est une plante vivace qui colonise les

	terrains sablonneux
<i>Les Malvacées</i>	- <i>Malva sylvestris</i> : Cette plante herbacée, elle est vivace ou bisannuelle.
<i>Les Ombellifères</i>	- <i>Tapsia garganica</i> : Plante vivace, elle fleurit d'avril à juillet
<i>-Les Géraniacées</i>	<i>Erodium moschatum</i> « Bec - de - Grue, Ebra er raai »: C'est une plante annuelle que l'on rencontre dans les cultures et les friches.
<i>Les polygonacées</i>	<i>Polygonium aviculaire</i> « Renouée des oiseaux » : Plante herbacée, annuelle, on la rencontre dans la plaine, elle fleurit en mars.

III.1.6.1.2. L'avifaune

Sebkhet El-Mahmel est un lieu propice pour de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques. Durant la période d'étude qui s'étale sur trois saisons (2012-2013, 2013- 2014 et 2014-2015), 26 espèces appartenant aux 09 familles ont été recensées (**Tab.4**). La liste systématique des espèces recensées a été dressée selon un ordre de classification établi par Darley (1985) et Heinzl *et al.* (1996).

Tab. 4. Liste des espèces des oiseaux observées au niveau de Sebkhet Ouled Amara El-Mahmel durant les trois saisons d'étude (2012-2015). (Bouakkaz, 2015)

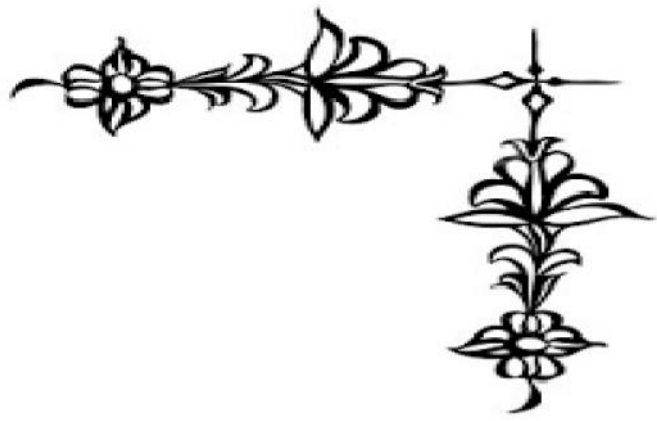
Ordre	Famille	Nom scientifique	Nom commun
1 .Ciconiiformes	1.1. Ciconiidae	<i>Ciconia ciconia</i> (LINNAEUS, 1758)	Cigogne blanche
2. Phænicopteriformes	2.1. Phænicopteridae	<i>Phoenicopterus roseus</i> (PALLAS, 1811)	Flamant rose
3. Anseriformes	3.1. Anatidae	<i>Anas acuta</i> (LINNAEUS, 1758)	Canard pilet
		<i>Oxyura leucocephala</i> (Scopoli, 1769)	Erismature à tête blanche
		<i>Anas clypeata</i> (LINNAEUS, 1758)	Canard souchet
		<i>Anas crecca</i> (LINNAEUS, 1758)	Sarcelle d'hiver
		<i>Anas penelope</i> (LINNAEUS, 1758)	Canard siffleur
		<i>Anas platyrhynchos</i> (LINNAEUS, 1758)	Canard colvert

		<i>Anas strepera</i> (LINNAEUS, 1758)	Canard chipeau
		<i>Aythya ferina</i> (LINNAEUS, 1758)	Fuligule milouin
		<i>Aythya nyroca</i> (GÜLDENSTÄDT, 1770)	Fuligule nyroca
		<i>Tadorna ferruginea</i> (PALLAS, 1764)	Tadorne casarca
		<i>Tadorna tadorna</i> (LINNAEUS, 1758)	Tadorne de Belon
4. Gruiformes	4.1. Gruidae	<i>Grus grus</i> (LINNAEUS, 1758)	Grue cendrée
5. Charadriiformes	5.1. Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i> (LINNAEUS, 1758)	Echasse blanche
		<i>Recurvirostra avosetta</i> (LINNAEUS, 1758)	Avocette élégante
	5.2. Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i> (LINNAEUS, 1758)	Gravelot à collier interrompu
		<i>Charadrius dubius</i> (Scopoli, 1786)	Petit Gravelot
		<i>Vanellus vanellus</i> (LINNAEUS, 1758)	Vanneau huppé
		<i>Charadrius hiaticula</i> (LINNAEUS, 1758)	Grand gravelot
	5.3. Laridae	<i>Larus ridibundus</i> (LINNAEUS, 1766)	Mouette rieuse
	5.4. Scolopacidae	<i>Calidris minuta</i> (LEISLER, 1812)	Bécasseau minute
		<i>Tringa erythropus</i> (PALLAS, 1764)	Chevalier arlequin
	6. Podicipediformes	6.1. Podicipedidae	<i>Podiceps cristatus</i> (LINNAEUS, 1758)
<i>Podiceps nigricollis</i> (C.L Brehm, 1831)			Grèbe à cou noir

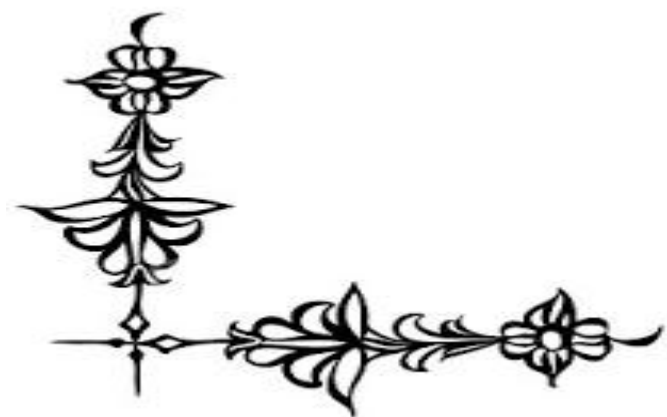
7. Grouiformes	7.1. Rallidae	<i>Fulica atra</i> (LINNAEUS, 1758)	Foulque macroule
-----------------------	----------------------	-------------------------------------	---------------------

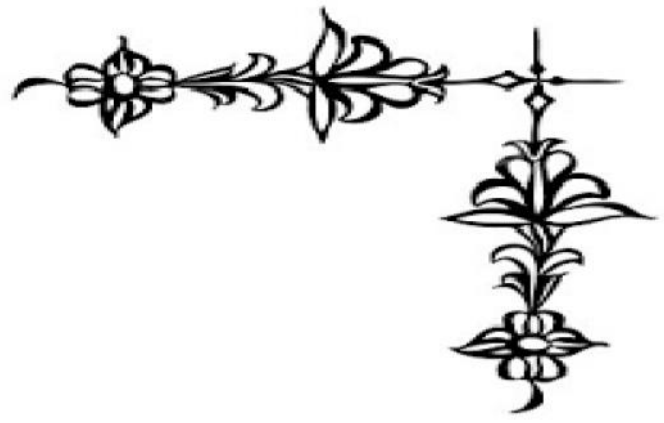
III.1.6.1.3. Autres animaux :

Les abords de la Sebkhet Oueld Amara sont fréquentés par plusieurs espèces d'animaux, qu'ils soient, les amphibiens *Bufo bufo*, les reptiles *Testudo graeca* ou bien les Mammifères tels le Sanglier *Sus scrofa*, le Renard *Vulpes vulpes*, le Chacal *Canis aureus* et le Lièvre *Lepus capensis*. (Bouakkaz , 2015)

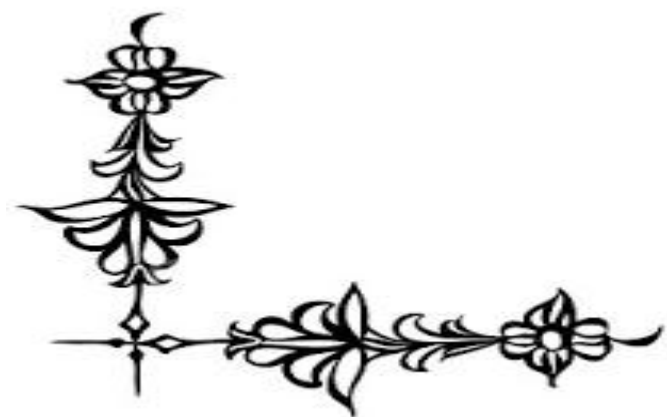


Chapitre V :
Résultats et Discussion





Chapitre IV :
Matériel et méthodes



Les objectifs de cette étude se résument en :

I : évaluer la caractérisation physico-chimique des eaux de la zone humide naturelle unique dans la wilaya de Khenchela (Sebkhet El Mahmel), qui est mise malgré son importance à une pression anthropique; urbaine par le diversement des rejets liquides et solides de la ville d'El Mahmel sans prétraitement. Pour cela on a lancé un prélèvement des eaux du Sebkha à la fin du mois d'Avril 2018.

II : fournir des informations sur le dénombrement de deux oiseaux d'eau, Le flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) et le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) avec le suivi de la phénologie de ces deux oiseaux d'eau ayant fréquenté la Sebkhet de Ouled Amara durant une période s'étalée sur trois mois (Mars, Avril et Mai) de l'année 2018.

Ou, nous avons suivi l'occupation et l'utilisation de ce plan par ces deux oiseaux d'eau. Nous avons utilisé des repères constants dans le site d'étude pour localiser cette avifaune aquatique sur des cartes spécifiques et provisoires. Nous les avons ensuite reportées sur d'autres cartes définitives.

IV.1. Les Mesures physico-chimiques :

IV.1.1. Prélèvement et conservation:

Pour étudier les caractéristiques physico-chimiques de la Sebkha, nous avons tout d'abord effectué une visite de reconnaissance des points d'eau dans la zone concernée pour sélectionner les points de prélèvement (premier points proche les rejets des eaux usées dans sebkha, deuxième points La mi de sebkhas, troisième points plus loin). Le prélèvement des échantillons (3 échantillons) a été effectué à la fin du mois d'Avril 2018. Les analyses ont été réalisées au laboratoire EURL SID (laboratoire d'analyse de la qualité analyse microbiologique et physicochimique des eaux et des produits agro-alimentaire, cosmétiques et détergents), dans la wilaya de

Khenchela.

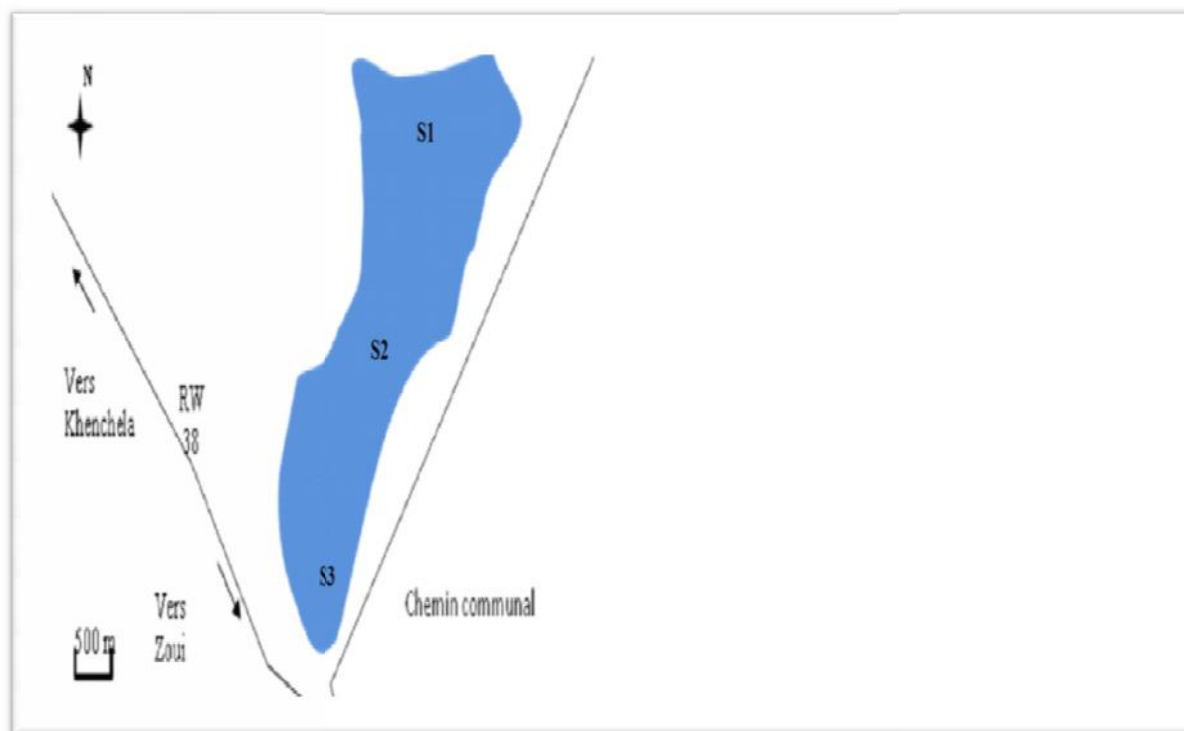


Figure 12 : Carte Répartition des points de prélèvement d'échantillons

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.).(Rodier ,2009).

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisée le matériel suivant :

- Des bouteilles en plastique de 0.5 L
- Glacière
- Un dispositif de prélèvement manuel

Le prélèvement des échantillons d'eau peut s'effectuer de plusieurs façons, selon la taille du cours d'eau et l'accessibilité au site et la température de site. (Boughanem et Aounallah ,2016)

Pour ce la, nous avons effectué des prélèvements en profondeur et en utilisant des flacons en matière plastique de capacité de 0, 5 litre (les bouteilles sont rincées trois fois avec de l'eau distillée). Les flacons ont été étiquetés mentionnant l'origine, le lieu, la date et l'heure de prélèvement, En suite transportés rapidement pour qu'ils soient analysés. En ce qui concerne la conservation des échantillons, nous avons

utilisé une glacière gardant la température à 4°C. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées dans les premières 24 heures au laboratoire et cela pour ne pas altérer l'échantillon.

Le processus de conservation permet de préserver l'intégrité des échantillons prélevés entre le moment de l'échantillonnage et celui de l'analyse en laboratoire. Cette étape est nécessaire puisque plusieurs paramètres peuvent subir des modifications physiques ou des réactions chimiques dans le récipient, ce qui altère la qualité originale de l'échantillon. Afin d'obtenir des analyses fiables, il est recommandé de conserver les échantillons à l'obscurité et à une température de 4°C dans une glacière.

IV.1.2. Analyses Physico-chimiques au laboratoire (Dosage des ions majeurs)

Les analyses des paramètres physico-chimiques des échantillons ont été effectuées au niveau du *Laboratoire d'analyse de la qualité analyse microbiologique et physicochimique des eaux et des produits agro-alimentaire, cosmétiques et détergents* (wilaya de Khenchela). Les éléments physico-chimiques majeurs concernés par cette étude analytique sont :

Température, pH, conductivité électrique, les anions (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^-) et les cations majeurs (Ca^{++} , Mg^{++}).

IV.2. Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau

Les méthodes d'observation des oiseaux sont nombreuses et dépendent des espèces étudiées et du but recherché. Deux méthodes sont utilisées, à savoir le dénombrement au sol et le dénombrement en avion : la méthode relative et la méthode absolue. Elles ont en commun l'évaluation numérique des groupes, sachant que les regroupements concernent plusieurs milliers d'oiseaux. Il est exclu de les compter un par un et l'on doit donc procéder à une estimation de ce nombre (Tamisier et Dehorter, 1999). Le dénombrement des oiseaux d'eau fait beaucoup plus appel à la méthode absolue. Elle présente différentes variantes et le choix de l'une ou de l'autre dépend de :

- ❖ La taille du site.
- ❖ La taille de la population des oiseaux à dénombrer.
- ❖ L'homogénéité de la population (Schricke, 1982)

IV.2.1. Fréquences des dénombrements

Notre étude a été menée sur trois mois soit depuis le mois de Mars 2018 jusqu'au le mois de Mai 2018 à raison de 4 heures par jours. Elle repose sur des recensements hebdomadaires de tout individu des deux espèces étudiées. Donc le nombre d'heures de travail est 24 heures en moyenne soit le cumul des 06 sorties.

IV.2.2. Méthodes d'échantillonnage

Pour toute méthode utilisée, les dénombrements se basent sur un comptage individuel basé sur le principe de l'estimation, c'est le principe adopté dans nos dénombrements, quand le groupe d'oiseaux se trouve à une distance inférieure à 200 m donc proche de notre point d'observation et dont la taille ne dépasse pas les 200 individus; dans le cas contraire, lorsque la taille du peuplement avien est supérieure à 200 individus ou si le groupe se trouve à une distance éloignée nous procédons à une estimation quantitative. Nous divisons le champ visuel en plusieurs bandes, nous comptons le nombre d'oiseaux d'une bande moyenne et nous reportons autant de fois que de bandes (Bibby *et al.*, 1998). Cette méthode présente une marge d'erreur estimée de 5 à 10% (Lamotte et Bourliere, 1969) qui dépend en grande partie de l'expérience de l'observateur et de la qualité du matériel utilisé (Tamisier et Dehorter, 1999).

IV.2.3. Matériel utilisé

Pour l'élaboration de cette étude sur l'écologie des oiseaux d'eau, nous avons utilisé :

- Un télescopes montés sur trépied de model *KONUS SPOT* (20 X 60)
- Une paire de jumelles
- Un GPS

IV.2.4. Choix des points d'observation

Le choix des postes d'observation est basé essentiellement sur :

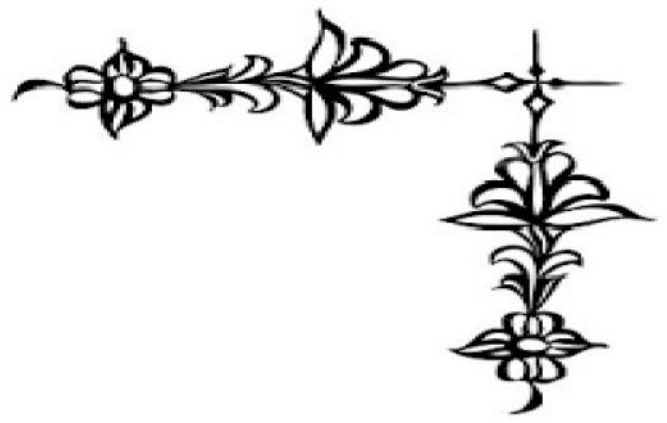
- La vision globale et dominante du site.
- La répartition des groupements d'oiseaux sur le site (à l'intérieur et sur les berges du plan d'eau).

De ce fait, nous avons choisi deux postes d'observation.

IV.3. Modalité d'occupation spatiale de la Sebkhet d'Ouled Amara par l'avifaune aquatique

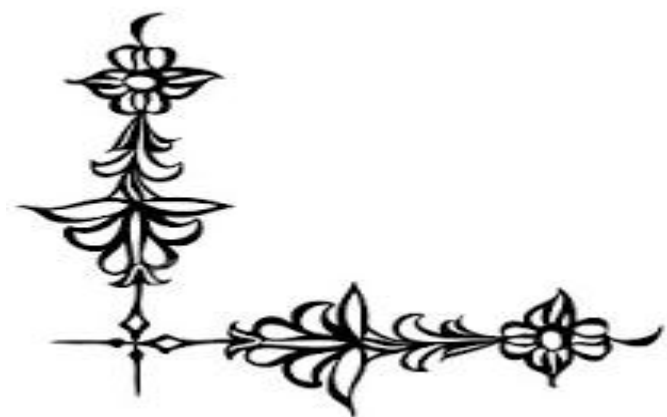
Les oiseaux se distribuent ou se répartissent dans le plan d'eau selon des modalités qui leurs sont propres. Elle n'est pratiquement jamais aléatoire, mais répond à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois l'espèce et le site (Tamisier et Dehorter, 1999). La quiétude et le partage des ressources alimentaires conditionnent d'une manière apparente la répartition des groupes d'oiseaux dans un site (Ankney et *al.*, 1991).

Durant nos sorties et après le dénombrement systématique des oiseaux d'eau, nous avons essayé de les localiser sur des cartes en utilisant des repères constants dans la sebkha, afin de déterminer leur modalité d'occupation du plan d'eau. Ces cartes spécifiques et provisoires ont été par la suite reportées sur d'autres cartes définitives.



CHAPITRE V:

Résultats et Discussion



V.1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux

Dans cette partie, nous donnons les valeurs des paramètres physiques et chimiques analysées (conductivité électrique (CE), température (T), et le pH, (Ca^{++} , Mg^{++}), (Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- , NO_3^-) des eau.

V.1.1. Les caractéristiques physiques

V.1.1.1. Température

D'après Rodier (2009), il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision car elle joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH.

Les résultats obtenus montrent que la température des eaux mesurées dans la Sebkha au niveau des trois points (S1, S2, S3) est variée entre de 21,4°C à 24°C, elles ne dépassent pas les normes algérienne des eaux de surfaces (25°C) (JORA, 2012).

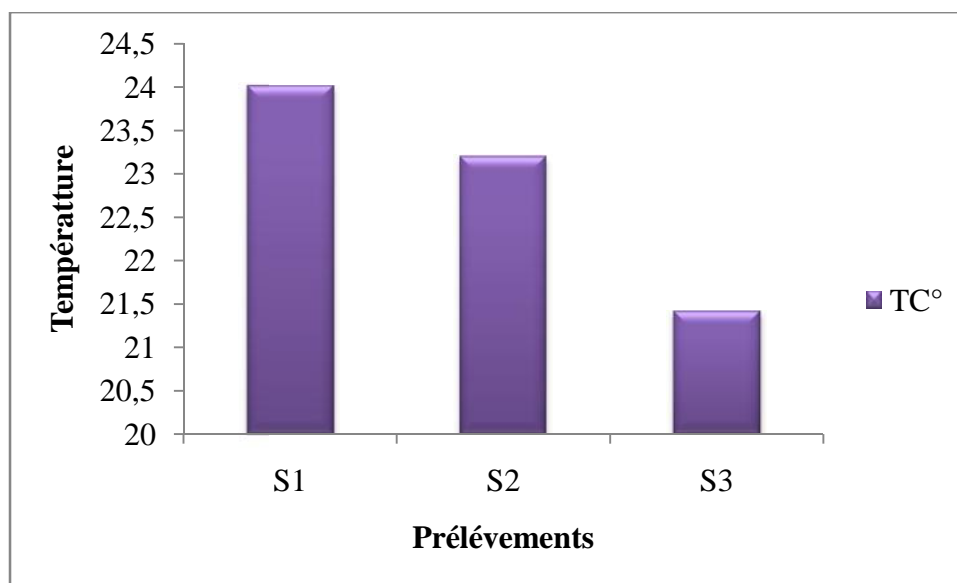


Figure 13 : variation des Température (°C) dans la Sebkha El- Mahmel

V.1.1.2. Potentiel d'hydrogène pH :

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau, il détermine l'acidité, l'alcalinité et la neutralité des solutions. Il est lié à la nature du terrain. (Figure 11)

Le pH des eaux analysées varie entre 7,39 et 7,95, cela indique qu'il n'y a pas de grands écarts de pH entre les trois prélèvements. Mais en généralement les points étudiés sont dépassés la norme Algérienne de l'eau de surface (JORA, 2012).

Ces valeurs témoignent d'un milieu un peu alcalin peut être expliquée par la nature géologique des terrains, aussi elle peut être liée à la qualité des eaux usées qui sont rejetées dans sebkhas.

Les résultats obtenus montrent également une augmentation non significative dans le prélèvement (S 1) par rapport aux deux autres prélèvements (S2 et S3) par ce que le premier point de prélèvement est le plus proche au déversement des eaux usées.

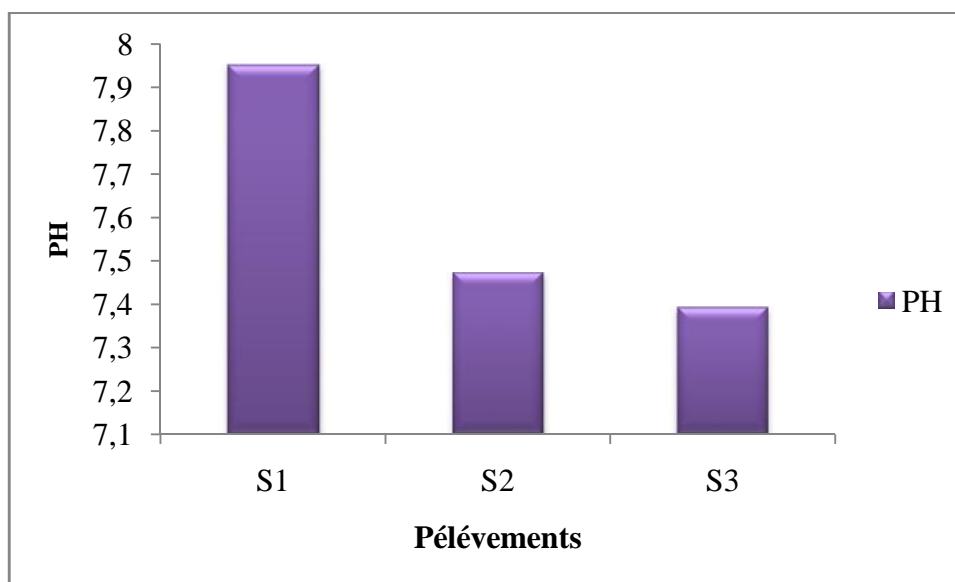


Figure 14 : les variations de pH mesurées dans la Sebkha El- Mahmel

V.1.1.3. Conductivité électrique (CE) :

Les résultats de la Conductivité électrique (CE) obtenus sont représentés dans (figure 15)

La conductivité électrique (CE) des eaux analysées est supérieure à la valeur de la norme algérienne de eau surface (JORA, 2012) ($<2800 \mu\text{S}/\text{cm}$). Les valeurs de la conductivité électrique des eaux sont importantes dans la majorité des eaux de la zone d'étude ; elles varient de $20200 \mu\text{S}/\text{cm}$ au SE à $80300 \mu\text{S}/\text{cm}$, donc un degré de minéralisation élevé. Cette augmentation est liée à la température (mécanismes de concentration par évaporation) et à la solubilité des sels dans le milieu (riches en sels minéraux), induisant une forte minéralisation de l'eau.

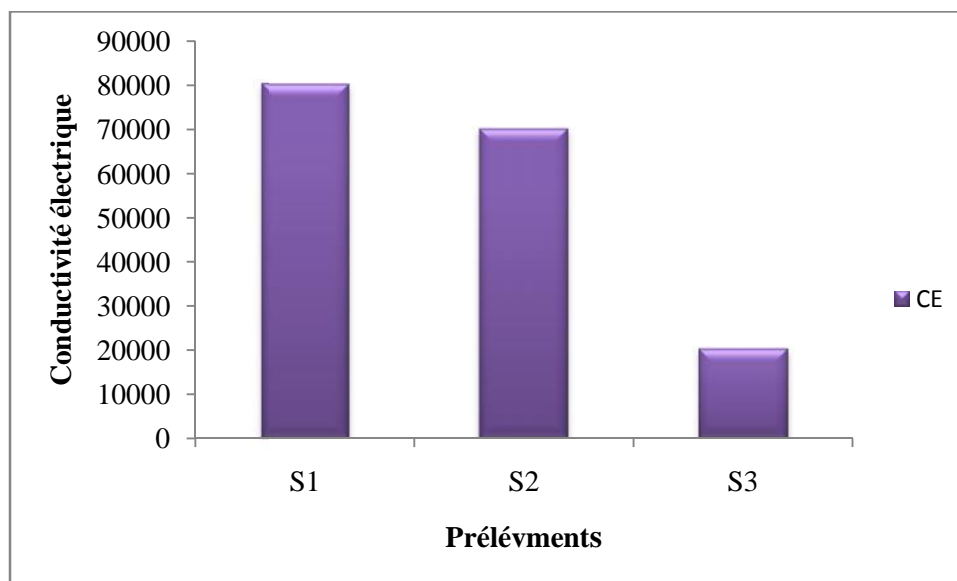


Figure 15 : les variations de la conductivité électrique CE ($\mu\text{S}/\text{Cm}$), (avril 2018)

V.1.2. Caractéristiques chimiques des eaux

V.1.2.1. Teneur des cations dans les eaux :

a) Calcium Ca^{++}

Pour l'eau étudiée, les points de prélèvement présentent des teneurs en ions de calcium élevées avec une valeur maximale de 283mg/l dans le point **S1** qui sont supérieures à la norme algérienne de l'eau de surface (**100mg/l**) et dans (S3) la concentration est faible, mais il reste à noter que tous les échantillons ont dépassés fortement la limite souhaitable du calcium pour l'eau surface (200mg/L) (**JORA, 2012**).

Cette variation des teneurs provient de deux origines naturelles différentes qui sont : la dissolution des formations carbonatées et la dissolution des formations gypseuses. et par le phénomène d'évaporation des eaux sous l'effet des températures

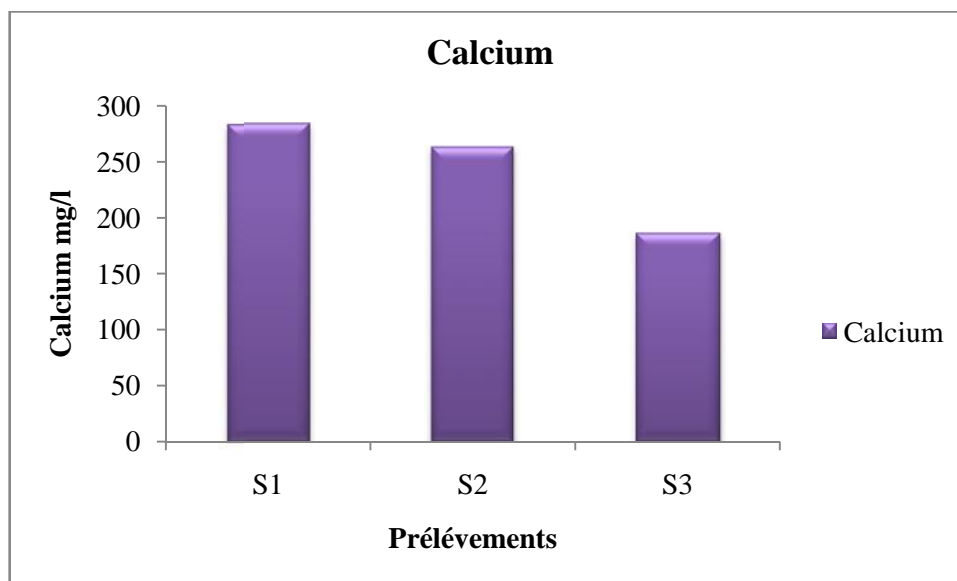


Figure16: la teneur en calcium (Ca^{2+}) (mg/l), (avril 2018)

a) Le Magnésium Mg^{++} :

La teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques : $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{Mg}^{+2} + \text{CO}_3^{-2}$, dolomies : $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2 = \text{Mg}^{+2} + \text{Ca}^{+2} + 2(\text{CO}_3^{-2})$ du Jurassique ou du Trias moyen). Les valeurs les plus faibles sont relevées dans la plupart des eaux des massifs anciens. (Rodier, 2009)

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. (Rodier, 2009)

La teneur en magnésium dans la Sebka est variée entre **97 - 135 mg/l**, la valeur la plus importante étant celle de l'échantillon(S1) avec une valeur de **135mg/l**, mais il reste à noter que les concentrations en magnésium dépassent la limite souhaitable du magnésium pour l'eau de surface (**150mg/l**). (JORA, 2012)

L'interprétation de cette variation des valeurs est que ces concentrations indiquent que la teneur en Magnésium est influencée par le passage des eaux à travers les roches sédimentaires rencontrées qui sont les calcaires dolomitiques et les dolomies du Jurassique ou du Trias.

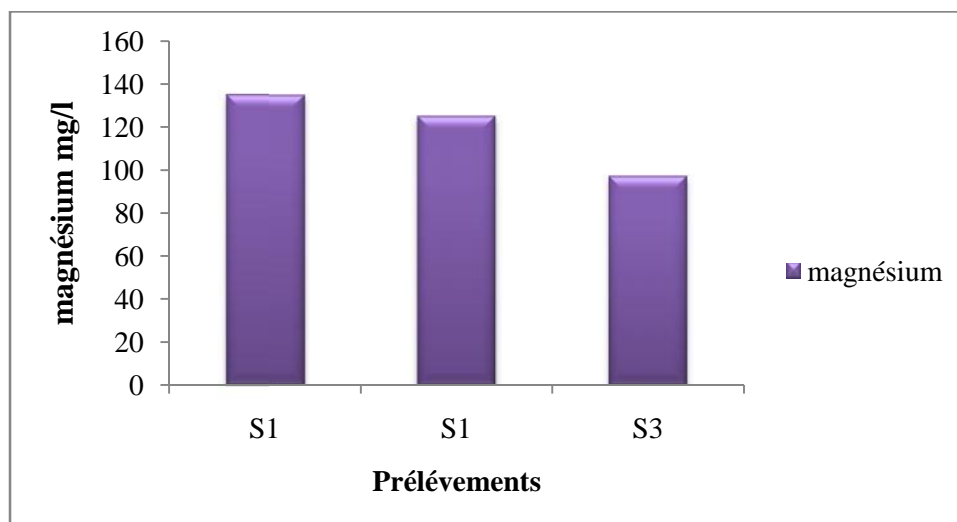


Figure 17 : la teneur en Magnésium Mg²⁺ mg/l dans la Sebkhet El-Mahmel, (avril 2018)

V.1.2.2. Teneur des anions dans les eaux

a) Les Chlorures Cl⁻

Les chlorures donnent un goût désagréable et posent le problème de corrosion dans les canalisations et les réservoirs à partir de 500mg/l (JORA,2012).

Les Résultats d'analyses effectuées pour les échantillons des eaux, présentent une teneur en chlorures comprise entre 1240 et 1350mg/l, (Figure 18)

La variation spatiale de la concentration des chlorures est significative et peut être expliquée par la nature des terrains, où l'action humaine à partir du soulage des routes, ou par contamination par les eaux usées.

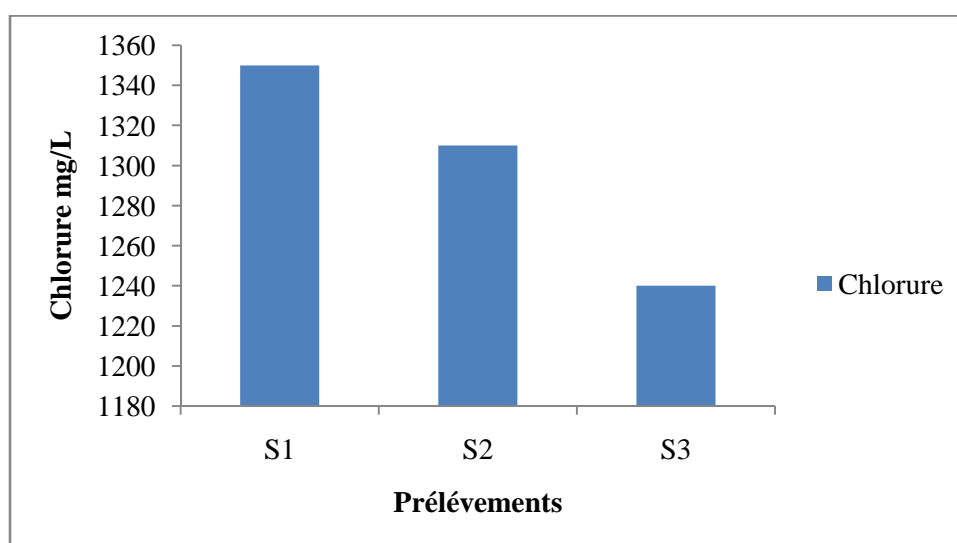


Figure 18: la teneur en chlorures Cl⁻ mg/l, (avril 2018)

b) Les Sulfates SO_4^{-2} :

La concentration en sulfate dans la Sebkha EL-Mahmel, au niveau des trois points (S1, S2, S3) est faible par rapport aux résultats obtenus par Sedrati (2013) et Thabti et Reghis (2016).

La teneur en sulfate varie entre 532 et 647 mg/l, (**Figure19**) elle dépasse la norme Algérienne de eau de surface 400mg/L (**JORA, 2012**), Cette élévation est dû à la présence des ions sulfatés dans l'eau est liée à la dissolution des formations gypseuses et la dégradation de la matière organique dans le sol, ainsi qu'à l'apport anthropique (origine agricole).

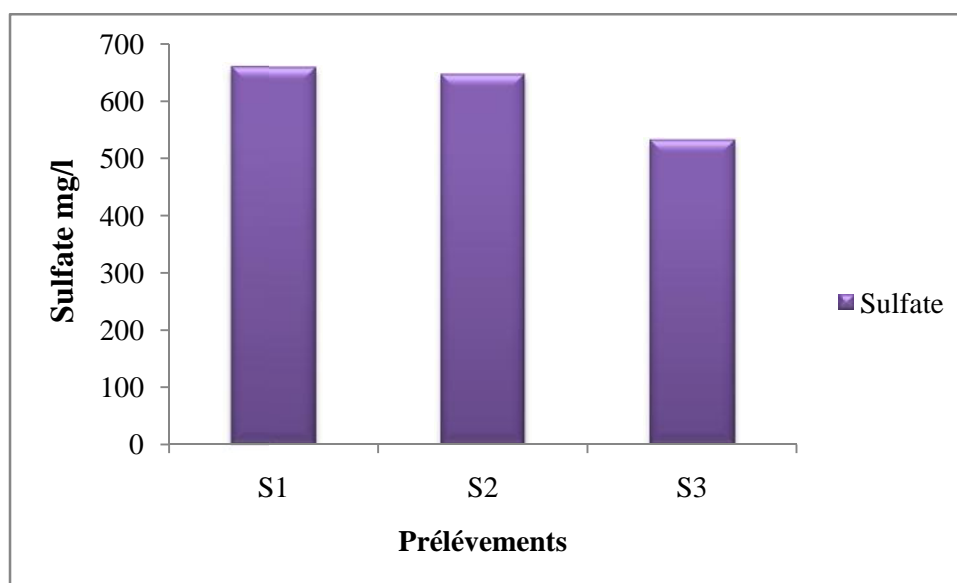


Figure 19: la teneur en sulfate SO_4^{-2} (mg/l), (avril 2018)

c) Les Bicarbonates HCO_3^- :

Les bicarbonates sont généralement le résultat de l'équilibre physico-chimique entre trois phases: une phase solide (la roche), une phase liquide (l'eau) et une phase gazeuse (le gaz carbonique CO_2).

Les valeurs des bicarbonates dans les eaux analysées varient entre 353 et 390 mg/l. Figure nous avons enregistré une concentration importante de la teneur en bicarbonate au point (S1=390 mg/l), est peut être expliquée par les eaux rejetées dans la Sebkhas est très polluée par les bicarbonates, aussi l'infiltration des produits des engrais des terres agricoles avoisinantes des zones de recharge.

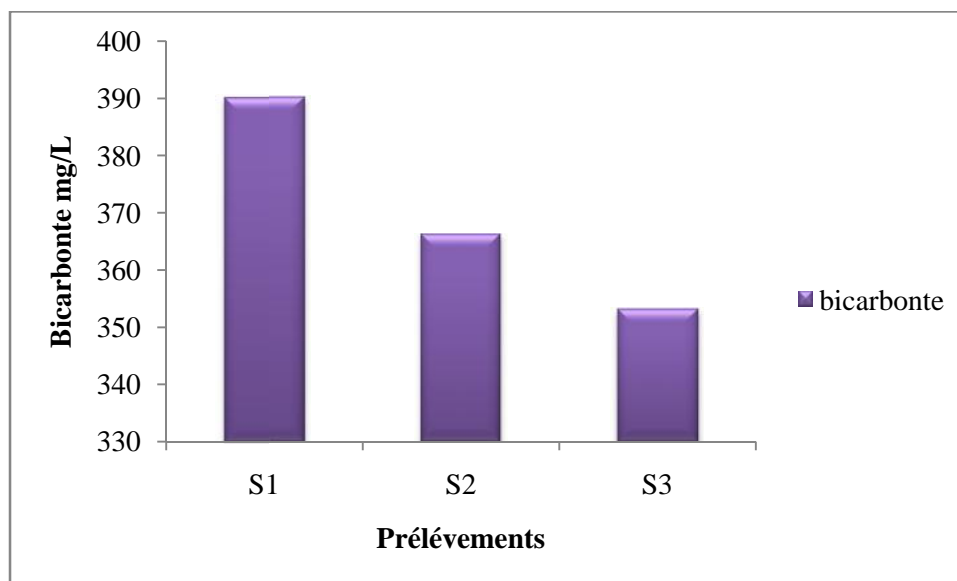


Figure 20: la teneur en bicarbonates HCO_3^- (mg/l), (avril 2018)

d) Les Nitrates (NO_3^-)

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

Les concentrations en nitrates NO_3^- dans la Sebkhah EL-Mahmel, au niveau des trois points (S1, S2, S3) sont proches avec les concentrations obtenues par Sedrati (2013) et Thabti et Reghis (2016).

Les valeurs des nitrates dans les eaux analysées varient entre 84 et 98 mg/l, la figure 18 donc elle est supérieure à la norme d'Algérie (**JORA, 2012**) (50 mg/l).

La variation de la concentration des teneurs en nitrates dans l'eau de sebkhet El-Mahmel est liée à l'activité agricole qui se développe en surface, ou aux rejets des eaux domestiques ou les excréments des oiseaux d'eau.

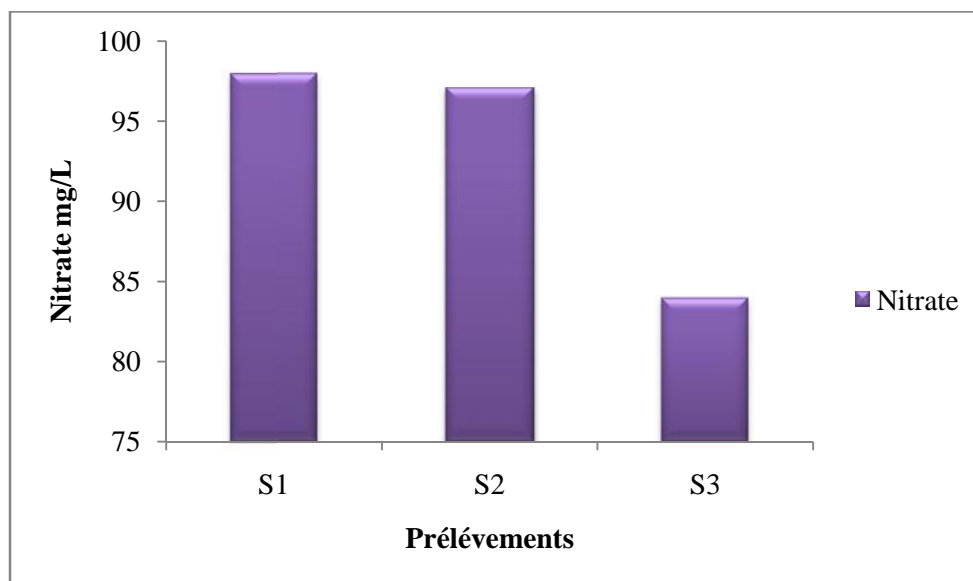


Figure 21: la teneur en nitrates NO_3^- mg/L. (avril 2018)

V.1.3. La représentation simplifiée des caractéristiques chimiques des eaux

V.1.3.1. Diagramme de Piper

Le diagramme de Piper permet de représenter le faciès chimique d'un ensemble d'échantillons d'eaux.

Il est composé de deux triangles équilatéraux à la base surmontés d'un losange au milieu permettant de représenter le faciès hydro-chimiques des eaux par rapport à la concentration relatives des cations et des anions. Ce type de diagramme est particulièrement adapté pour étudier l'évolution du faciès des eaux lorsque la minéralité augmente ou bien pour distinguer des groupes d'échantillons. (Sedrati, 2013)

Le diagramme de Piper démontre clairement que les eaux de Sebkhet El Mahmel ont un faciès chimique chlorurée calcique ou sulfatée calcique cause de présences de certain élément chimique (chlorure, calcium sulfate...). (**Figure 22**).

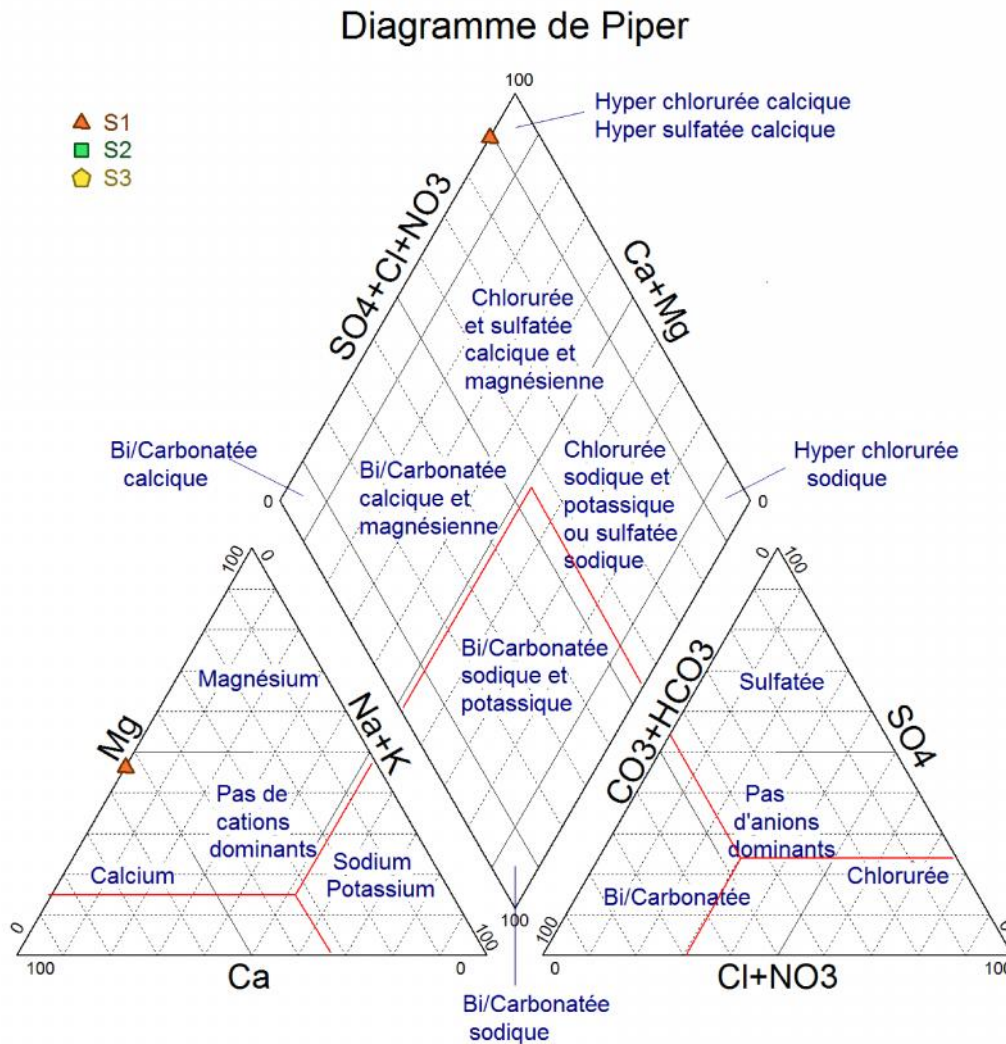


Figure 22: Représentation sur diagramme de Piper des compositions en éléments majeurs des eaux de la zone d'étude

V.1.3.2. Diagramme de Schoëller Berkaloﬀ :

Le diagramme de Schoëller et Berkaloﬀ permet de représenter le faciès chimique de plusieurs eaux. Chaque échantillon est représenté par une ligne brisée. La concentration de chaque élément chimique est figurée par une ligne verticale en échelle logarithmique. La ligne brisée est formée en reliant tous les points figurant les différents éléments chimiques.

Selon le Schoëller Berkaloﬀ peut dire que les eaux de la région d'étude sont marquées par les calciums qui s'accompagnent tantôt et /ou sulfate tantôt de chlorure, ceci est en liaison directe avec la présence dominante des argiles, des terrains salifère, et des formations carbonatées et gypsifères.

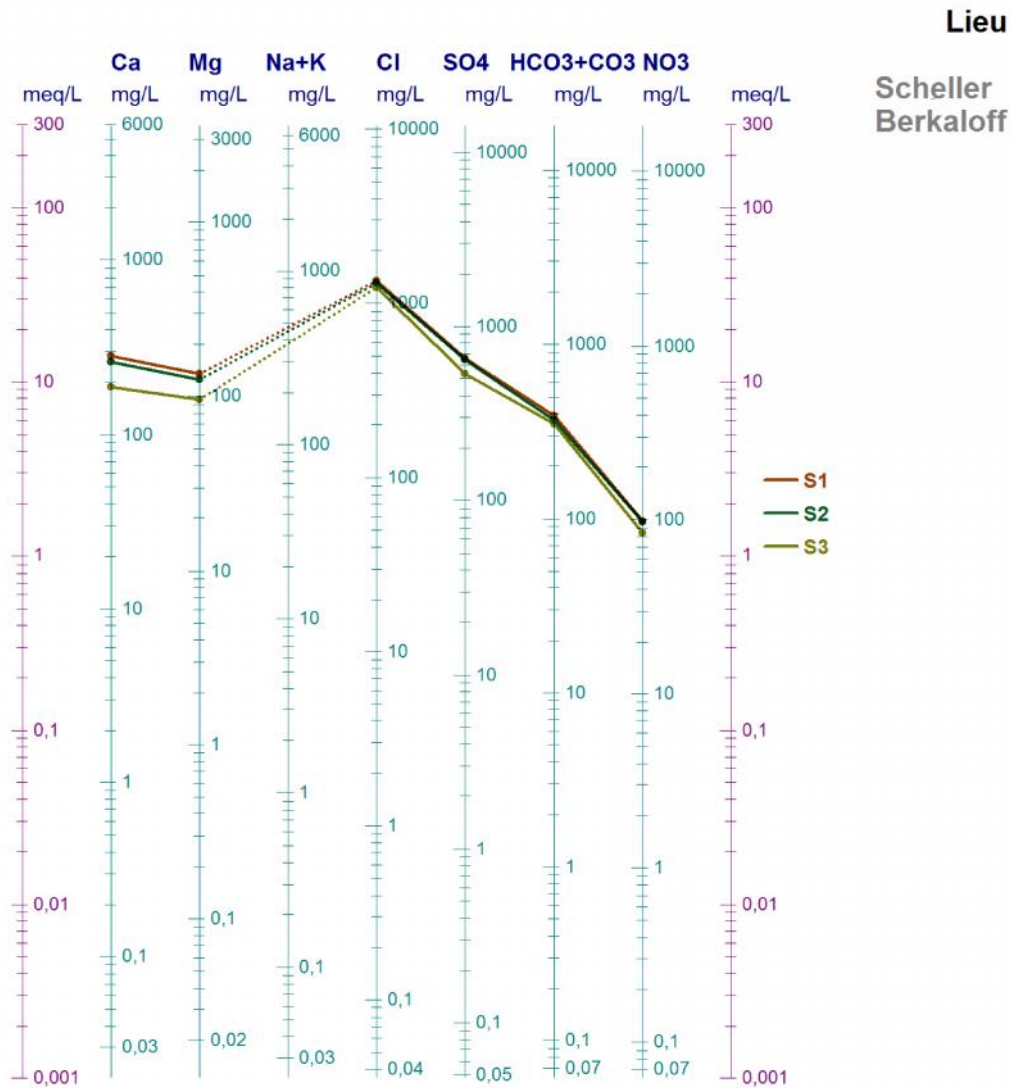


Figure 23: Représentation sur diagramme de Schoeller Berkaloff des compositions en éléments majeurs des eaux de la zone d'étude

V.2. Phénologie et structure de Tadorne de belon et Flamant rose de Sebkhet Ouled Amara :

V.2.1. Le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*



Le Tadorne de Belon est l'Anatidé le plus représenté dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien (Adjel et Mouici, 2004 ; Boulakhssaim *et al.*, 2006.). Plusieurs milliers d'individus viennent hiverner au niveau du complexe des zones humides de la wilaya d'Oum El-Bouaghi (Walmsley, 1986 ; Saheb, 2003). Les effectifs recensés sont de l'ordre d'environ 28.000 individus en janvier 2002, 45.000 individus en décembre 2003, 68000 Tadornes en décembre 2004 et environ 9000 individus en mars 2006

(Boulkhssaim, 2008). Elles se nourrissent principalement de *Hydrobia acuta*, *Hydrobia ulvae*, de larves de Coléoptères aquatiques, de *Artemia salina*, de larves de Diptères et de Cyanophycées (Pagnoni *et al.*, 1997).

Durant les trois mois de notre travail au niveau de Sebket Ouled Amara, le Tadorne de Belon a été observé dès la première quinzaine du mois Mars avec un effectif moyen de 20 individus. Les Plus grandes populations de cette espèce ont été notées lors du mois d’Avril 2018 avec un effectif maximal de 39 individus (**Figure 24**).

Le tadorne de belon a pratiquement occupé la totalité des zones du plan d’eau en l’occurrence la partie Ouest couvert de végétation, Nord et Nord-ouest de la sebkhet (**Figure 25**).

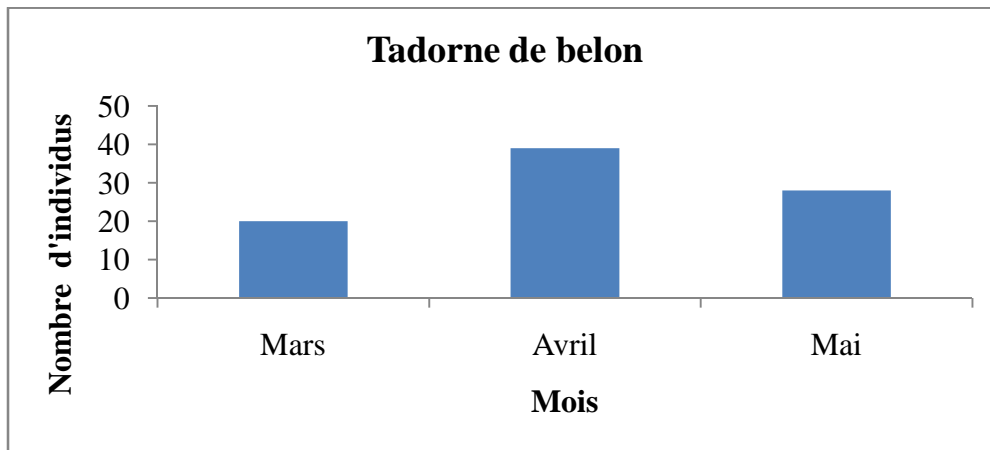


Figure 24: résultats de l’inventaire de tadorne de belon de mesurée

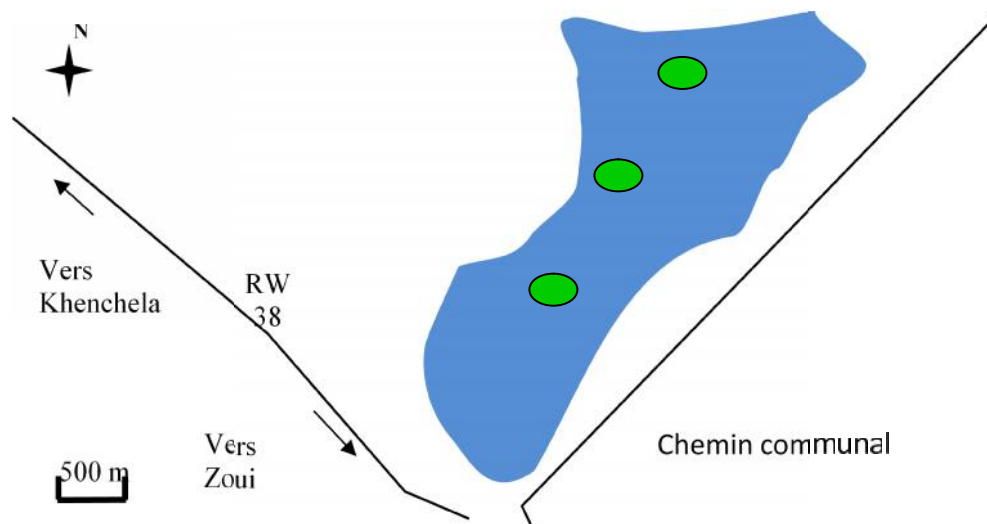


Figure 25: Phénologie et structure du Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* au niveau de la Sebket de Ouled Amara durant trois mois (Mars, Avril et Mai 2018

V.2.2. Le Flamant rose *Phaenicopterus roseus*



Le Flamant rose est le seul représentant de la famille des Phoenicopteridae qui fréquente l’Afrique du Nord (Allen, 1956 ; Johnson, 1997 ; Isenmann et Moali, 2000 ; Isenmann *et al.*, 2005 ; Thévenot *et al.*, 2005 ; Houhamdi *et Samraoui al.*, 2008 ; Qninba et Dakki, 2009). Il est très représenté dans les Hautes plaines de l’Est algérien (Ouldjaoui *et al.*, 2004)

Le Flamant rose a été observé uniquement durant le mois Mars 2018 avec un faible effectif ne dépasse pas 10 individus. Cependant, dès le mois d’Avril aucun Flamant rose n’est noté dans le site, ceci dû à la dispersion de l’espèce vers les sites voisins. (Figure 26)

Cette espèce a été principalement enregistrée au secteur Nord- ouest du plan d’eau de la Sebkhet (Figure 27)

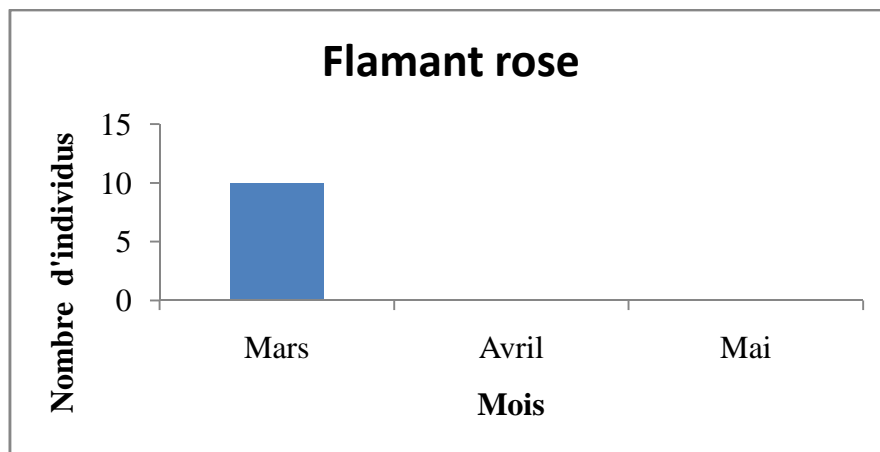


Figure26: résultats de l’inventaire de Flamant rose de mesurée

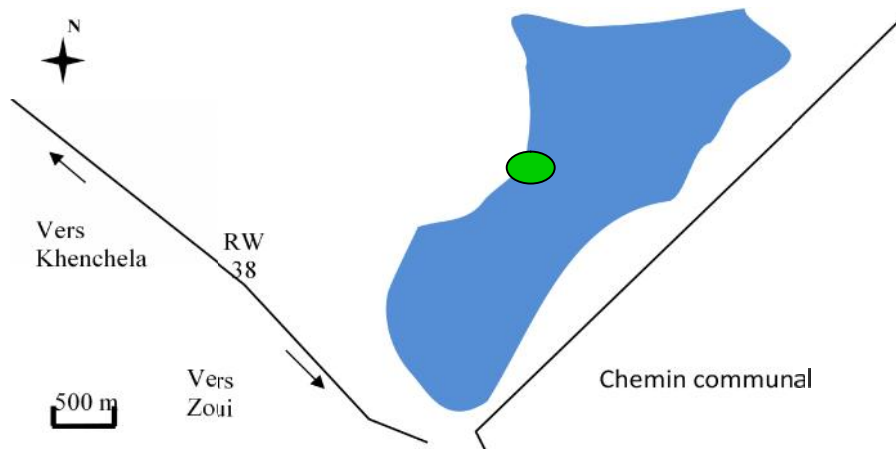
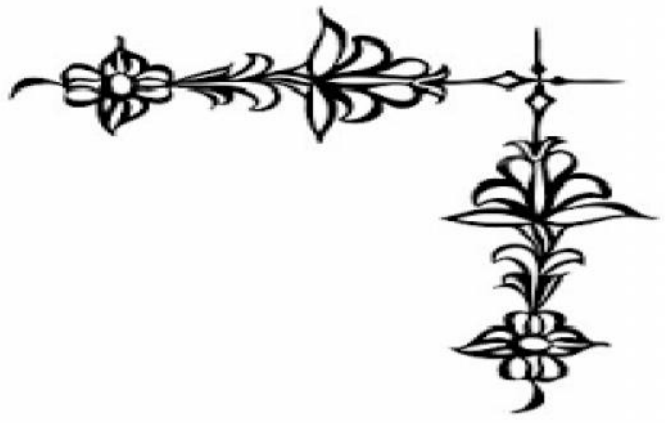
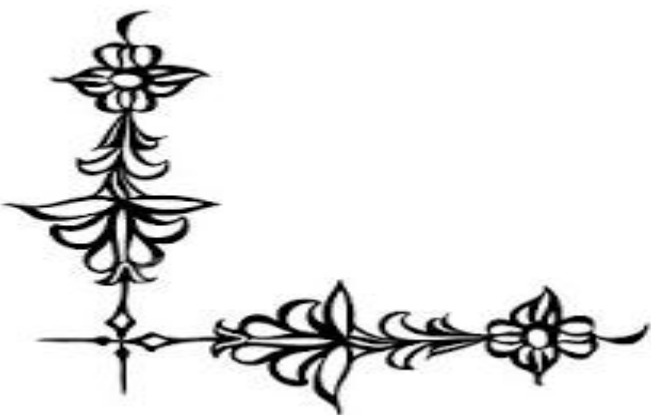


Figure27: Phénologie et structure du Flamant rose *Phaenicopterus roseus* au niveau de la Sebkhet de Ouled Amara durant trois mois (Mars, Avril et Mai 2018)



Conclusion générale



Conclusion générale :

Les zones humides salées des Hautes plaines de l'Est algérien par leurs caractéristiques édaphiques et écologiques jouent un rôle important pour le maintien de la biodiversité dans ces milieux semi-arides. La Sebkhet El-Mahmel, Khenchela qui appartient à ce complexe de zones humides représente l'un des milieux les plus diversifiés de la région réputée par son caractère agricole. Cette dépression héberge ainsi chaque année un grand nombre d'oiseaux d'eau dont les plus communs sont le Flamant rose *Phaenicopterus roseus* et le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*. La Sebkhet est aussi un site de nidification pour plusieurs familles telles les Recurvirostridés, les Anatidés et les Charadriidés.

Les eaux usées domestiques ou industrielles non épurées représentent la principale source de pollution des eaux. Elles engendrent une dégradation de la qualité des eaux de la zone humide (Sebkhat el mahmel).

Nous avons effectué des sorties de reconnaissances du site au cours desquelles nous avons sélectionné trois points à étudier, ces dernières sont choisies de manière à représenter fidèlement le chott. Le prélèvement des échantillons a été effectué la fin du mois d'Avril 2018, les analyses ont été effectuées au laboratoire EURL SID de wilaya de Khenchela.

Dans notre étude, l'analyse de la qualité des eaux de la zone d'étude a révélé une grande variation aux caractéristiques physicochimiques d'eau de cette zone.

Les analyses ont révélé que la température est entre 24 - 21.4 °C, avec une conductivité électrique élevée 20200 - 80300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le pH légèrement alcalin 7.39 - 7.95 et la teneur en chlore est entre 1240-1350 mg/l et la teneur en calcium est entre 186-283 mg/l et la teneur en magnésium est entre 97-135 mg/l et la teneur en bicarbonate est entre 353-390 mg/l et la teneur en sulfate est entre 532-660 mg/l et la teneur en nitrate est entre 84- 98mg/l.

De ces résultats, il ressort que les eaux de la région étudiée confirment la présence d'une pollution due aux eaux usées urbaines, Les causes de pollution de l'eau de Sebkhha, sont dues principalement aux eaux résiduaires rejetées dans le milieu et qui provoquent un déséquilibre de notre système aquatique.

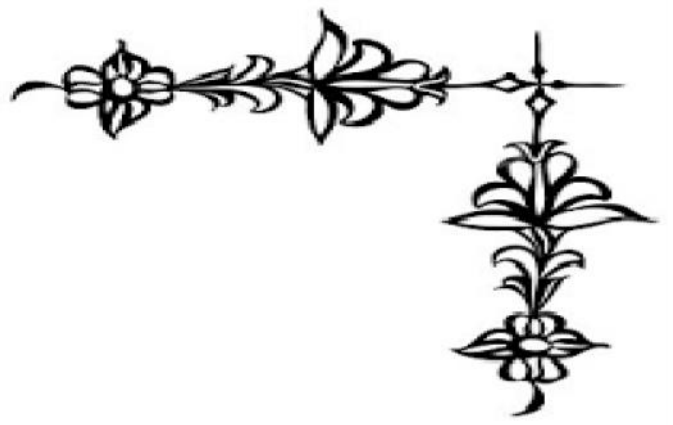
Concernant le dénombrement du Flamant rose et le Tadorne de Belon, durant les trois mois d'étude (Mars, Avril et Mai 2018), les résultats obtenus révèlent que la Sebka a hébergé que 10 individus de Flamant rose pendant le mois de mars et 39 individus de Tadorne de Belon.

L'étude de la distribution spatiale des oiseaux d'eaux a révélé une répartition préférentielle de ces deux espèces d'oiseaux sur les zones où le dérangement est moindre (les secteurs centraux, nord-occidentaux et septentrionaux).

Perspective et recommandation:

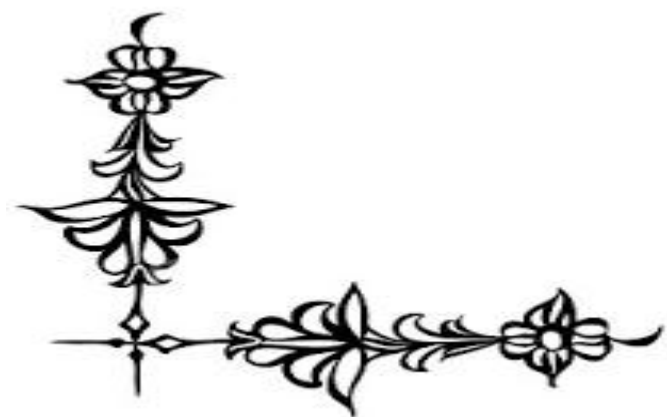
La protection de ces écosystèmes sensibles contre la pollution est une nécessité pour sa préservation et sa durabilité :

- Sensibilisation des citoyens qui vivent à proximité de la région pour la sauvegarde et l'intérêt du site.
- Concentrer les études scientifiques sur ce site.
- Interdire toute pratique agricole qui se ferait désormais aux dépens des habitats naturels des sebkhas.
- Assurer l'épuration des eaux domestiques, en collaboration avec les services de l'hydraulique, de l'office national d'assainissement, de la santé et de l'environnement.



Références

Bibliographiques



- Adjel, M., et Mouici, S. 2004. *Cartographie de la végétation et éco-éthologie de la Tadorne de belon Tadorna tadorna dans la sebkha de Djendli*. Mémoire d'ingénieur en Ecologie et Environnement. Université de Batna. 87p.
- Anonyme, 1998 .Atlas des zones humides algériennes. Direction Générale des Forêts, Algérie, 46 p .
- Ankney, C.D., Afton, A.D. et Alisauskas, R.T. 1991. The role of nutrient reserves in limiting waterfowl reproduction. *The Condor* 9: 1029-1032. 227-267.
- Annani. F ,2013 . Essai de biotypologie des zones humides du constantinois. Département de biologie. Thèse doctorat. Université Annaba. 227p
- Anras L. (2004). Trame méthodologique pour la mise en place de suivis hydrologiques en marais. Ed. Forum des Marais Atlantiques, 75 p.
- Anras L., Guesdon S. (2007). Hydrologie des marais littoraux - Mesures physicochimiques de terrain. Collection "Marais Mode d'emploi". Ed. Forum des Marais Atlantiques, 76 p.
- Bagnouls et Gaussen, H. 1957 .Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr. Fr.* 355: 193-220.
- Barnaud G., 2009. Evaluation de trois propositions de sites RAMSAR (France) analyse des critères d'identification de zones humides d'importance internationale. Service du patrimoine naturel. Edition n°5. 43p.
- Belaa .F. et Abboud .C, 2015 .Synthèse hydrochimique des eaux souterraines de la commune d'EL Mahmel. Mémoire de Master. Université de Khenchela .57p
- Benazzouz, M-T. 1986. *Recherche géomorphologique dans les hautes plaines de l'est Algérien la Sebkha Tarf (Algérie)*. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle en géomorphologie. Université Paris 1, la Sorbonne. 262p.
- Benhallouche, N.et Bendahmane I, 2015. Thèse de Doctorat ecologie de la reproduction des oiseaux d'eau a dayet el-ferd. Université Tlemcen.82p
- Bezziou, A et Mekkaoui, R.2013. Essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches. Mémoire master .Université Kasdi Merbah Ouargla.77p

Bouali.h.et Berkane.w.2015 : Contribution à l'étude hydrochimique des eaux souterraines de la plaine de Mellagou, (Bouhmama N-W Khenchela). Mémoire master Université Khenchela.70p

Bouakkaz. Amel.2015.Ecologie du peuplement d'Ouled Amara (El-mahmel, wilaya Khenchela).Thèses doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.96p

Boucheker, A. 2005. Ecologie de la reproduction de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans les hautes plaines du Constantinois. Mémoire de Magister en Ecologie et Environnement. C.U. d'Oum El-Bouaghi.87p

Boulekhssaim, M., Houhamdi, M., Saheb, M., Samraoui-Chenafi, F. et Samraoui, B. 2006. Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria.

Boumezbeur, A. 2004.*Atlas des zones humides algériennes*. DGF. 120p

Bouzaini, m. 2000. L'eau de la pénurie maladie. Ed. I BN-KHALDOUN. , Oran: 59-64. Bureau d'étude et de réalisation des ouvrages U.R.T.O, PADV de Hassi ben abdellah Phase 1 : rapport d'orientation: p1.4

Bibby, C., Jones, M., Marsden, S. (EDS). 1998. *In: Expedition field techniques: bird surveys*. Royal Geographical Society, London.

Darley, C. 1985. Birds in Europe: their conservation status. Cambridge, U.K: *Birdlife international (conservation series N°3)*.

Debieche, T. 2002 .volution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle: l'université de Franche.192p

Djoghlaif, A, Anada, T. 2010. Eau potable, biodiversité et développement. Secrétariat de la convention sur la diversité biologique. Un guide des bonnespratiques.48p.

Emillain, K. 2004. Traitement des pollutions industrielles, 24p.

Fekir, M. 2010. Les zones humides en Algérie. Articles : *Ecologie, Vitamine DZ*. Source d'énergie locale. Alger. Algérie.

Fustec, E., Lefeuvre, J.C. 2000. Fonction et valeur des zones humides. Duniod Paris. 426p.

Gill, J.A., Sutherland, W.J., Watkinson, A.R., 1996. A method to quantify the effects of human disturbance on animal populations. *J. Appl. Ecol.* 33, 786–792.

Hamdaoui, F., Djembia , D. 2016. Qualité de l'eau potable dans la commune d'EL-Mahmel, Mémoire master université de Khenchela. p2.

- Houhamdi, M. et Samraoui, B. 2008. Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola* 55 (1): 59-69.
- Heinzel, H., Fitter, R. and Parslow, J. 1996. *Guide Heinzel des oiseaux d'Europe d'Afrique de Nord et Moyen Orient*. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Houillier P., Blanchard A., & Pailard M. (2004). *Métabolisme du potassium*. Elsevier SAS. 1 : 138–157 .
- Khemici, Y .2014. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes, mémoire master professionnel Université kasdi marbah Ouargla 34p.
- Lacaze, C.2008 .Notre santé dépend des zones humides, Actes du colloque à Andernos-les-Bains, Pourquoi notre santé dépend des zones humides ?, JMZH 2008 Andernos, 20p.
- Ledant J-P., Jacob P., Malher B., Ochondo J. et Roche J. (1981) - Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Gerflaut* 71: 295-32.98
- Martin.L. 2012. La gestion des zones humides dans les dossiers loi sur l'eau : amélioration des avis techniques pour une meilleure mise en œuvre des mesures compensatoires en zones humides. Mémoire de Master, Université de Limoges. 96p
- Melghit, M., 2012. Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau / sédiments de l'oued rhumel, et des barrages hammam grouz et beni haroun. Mémoire magister. Université mentouri constantine. 175p.
- Merabet. S, 2010. Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine. 98p
- Merouani, M., Bouguedah, A. 2013. Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla, Mémoire master Université kasdi marbah Ouargla. 59 P.
- Mokdadi, H., Messai, A. 2015. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa). Mémoire master Université El-Oued 74p.
- Nedjah, R. 2005. *Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche Himantopus himantopus dans le site d'Ouled M'Barek (Khenchela, Algérie)*. Mémoire de Magister en Ecologie et Environnement. Centre Universitaire d'Oum El-Bouaghi

Nehm, N. 2014. Evaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière du Litani, Liban : approche environnementale (Nada NEHM), Thèses en géosciences Université de Lorraine. 80p.

Nilsson, L. 1970. Food-seeking activity of south Swidich diving ducks in the non-breeding season. *Oikos* 21: 125-154.

Oubagha, N. 2011. Décontamination des eaux contenant les colorants textiles et les adjuvants par des matériaux naturels et synthétique. Mémoire magister. Université mouloud mammeri.tizi ousou. 151p.

Oudihat, K. (2011). Ecologie et structure des Anatidés de la zone humide de Dayet El Ferd (Tlemcen). Thèse de Magister En Ecologie et Biologie des Populations. Université Tlemcen. 92p.

Pagnoni, G., A., Boldreghini, P. et Pasetti, P. 1997. The Shelduck *Tadorna tadorna* in the Southern Po delta (Northern Italy): Population evolution and distribution. *Avosetta* 21: 192-197.

Pirot, J.Y. 1981. *Partage alimentaire et spatial des zones humides camargaises par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit*. Thèse de doctorat. Univ. Pierre et Marie Curie. 135p.

Pirot, J.Y., Chessel D. et Tamisier A. 1984. Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit : modélisation spatio-temporelle. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)* Vol.39:167-192.

Rapinel, S., 2012. Contribution de la télédétection à l'évaluation des fonctions des zones humides, de l'observation à la modélisation prospective. Thèse doctorat. Université RENNES 2. France. 385p.

Rebouh, G., Merdaci, Gh. 2017. Contribution à l'étude de l'état écologique du Chott Tinsilt Wilaya d'Oum El-Bouaghi et de son avifaune. Mémoire master, Université Khenchela .92p.

Rodier J. (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9^{ème} édition (Entièrement mise à jour), Ed. Dunod, Paris.1511p.

Saheb, M. 2003. *Cartographie de la végétation des sebkhas de Guellif et de Boucif (Oum-El-Bouaghi) et écologie de l'avifaune aquatique*. Thèse de Magister, C.U. Oum El-Bouaghi. 125p.

- Saidi, Z., Laati, F. 2016. Etude écologique, caractérisation hydrochimique et fonctionnement hydrogéologique des zones humides (Cas de Timerganine). Mémoire master, Université Khenchela. 66p
- Saheb, M., Boulekhssaim, M., Ouldjaoui, A., Houhamdi, M. et Samraoui, B. 2006. Le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* a niché en Algérie (2003 et 2004). *Alauda*. 74 (2). 368-371.
- Saheb, M., Bouzegag, A., Nouidjem, Y., Bensaci, E., Samraoui, B. et Houhamdi, M. 2009. Ecologie de la reproduction de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans la Garaet de Guellif (Hautes plaines de l'Est algérien). *Eur. Journ. Scien. Reas.* 25(4): 513-525.
- Sari, H. 2014. Contribution à l'étude de la qualité chimique et bactériologique de l'eau de la source « ATTAR » (TLEMEN). Mémoire magister. Université abou-bekr belkaid TLEMEN. 92p.
- Savary, P. 2010. Guide des analyses de la qualité de l'eau. *Ed. Territorial Voiron*. 261p.
- Sedrati, A. 2013. Etude de la salinité et Détermination de la contamination de la nappe de la Sebkhia d' El Mahmel. Mémoires de master, l'université de Khenchela .67p.
- Schricke V. 1982. Les méthodes de dénombrements hivernaux des Anatidés et des Foulques, de la théorie à la pratique. *La sauvagine et la chasse* 253: 6-11.
- Tamisier, A. et Dehorter, O. 1999. *Camargue: Canard et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver*. Centre Ornithologique du Gard. Nimes. 369p.
- Thomas, G. 1976. Habitat usage of wintering ducks at de Ouse Washes England. *Wildfowl* 27: 148-152.
- Triplet, P., Carruette, P. et Richard, E. 1997a. Le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* nicheur de la plaine maritime Picarde: Un cas particulier de population à déséquilibre des sexes. *Alauda* 65: 229-236.
- Viallard J., 2012. La gestion des zones humides dans les dossiers loi sur l'eau : amélioration des avis techniques pour une meilleure mise en oeuvre des mesures compensatoires zones humides ». Mémoire magister. Université de Limoges. P.129
- Walmsley, J.G. 1986. Wintering Shelduck *Tadorna tadorna* in the West medetarean. Instituto nazionale di biologia della selvaggina Bologna Vol X: 339-354

Walmsley, J.G. 1982. La distinction dans la nature entre les immatures et les adultes chez les tadornes de Belon *Tadorna tadorna*: Une méthode pour la détermination de l'âge. *Nos Oiseaux* 36: 352-330.

Walmsley, J.G. 1987. Le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* en Méditerranée occidentale. *L'Oiseau et RFO*. 57: 102-112.

Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK. *Flamingo*, 14: 21–24.

Boutouil Abla

Date de soutenance : 18/06/2018

Master : Ecologie et l'Environnement

Impact des Caractéristiques physico-chimiques des eaux sur la présence du Flamant rose Tadorne de belon dans la zone humide Sebkhath El Mahmel (wilaya de Khenchela)

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux et de faire un inventaire de deux espèces d'oiseaux d'eau, le Flamant rose et le Tadorne de Belon dans la zone humide de Sebkhath El- Mahmel, wilaya Khenchela.

Nous avons, on a effectué des analyses physico-chimiques (pH, conductivité électrique, Température, calcium, des Magnésium, Chlorure, Bicarbonate, Sulfates, Nitrate) eaux au sein du Laboratoire EURL SID, dans la wilaya de Khenchela

La caractérisation physico-chimique des eaux de la Sebkhath a montré que l'eau est trouble, trop salée, la conductivité électrique est élevée (80300 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et le pH est légèrement alcalin (7.95). A partir de ces résultats, il ressort que les eaux de cette zone sont polluées.

Ainsi, l'inventaire du flamant rose et du Tadorne de Belon au niveau de la Sebkhath d'El-Mahmel durant trois mois, de mars à mai 2018, nous a révélé un effectif très faible.

Mots clés : zone humide, Sebkhath El- Mahmel, Tadorne de Belon, Flamant rose

Jury de soutenance:

Président *Ababssa Naouel*

Examineur *Dib Douana*

Encadreur *Bouakkaz Amel*

Université de Khenchela

Université de Khenchela

Université de Khenchela