

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Écologie et environnement
Spécialité : Écologie et environnement

Thème

Contribution à l'étude d'impact de la variabilité physico-chimique
des eaux de l'éco-complexe d'Oued Righ sur l'environnement

Présenté par : **SEBIHI Raounak**
SALHI Aya

Soutenu publiquement le :
12/10/2020

Devant le jury :

IDDER Tahar	Pr	Président	Univ. Ouargla
BENSACI Ettayeb	Pr.	Encadreur	Univ. M'Sila
BOUZID Abdelhakim	MCA	Co-Encadreur	Univ. Ouargla
ALOUI Nabiha	MCB	Examineur	Univ. Ouargla

Année universitaire : 2019/2020

REMERCIEMENTS

Nous remercions, en premier lieu, Dieu de nous avoir donné la force pour faire ce travail et de passer toutes les difficultés.

Nous remercions chaleureusement

Les encadreurs, **Mr. BENSACI ETTAYIB** et **Mr. BOUZID ABDELHAKIM** qui nous ont suivis jusqu'à la fin, et n'ont ménagé aucun effort pour nous fournir les conseils et remarques utiles et nécessaires pour l'accomplissement de ce travail ayant abouti à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie (université d'Ouargla) pour leurs précieux conseils, leurs disponibilités et leurs générosités, je cite spécialement

Mr. GUEZZI R.

Tous les travailleurs aux laboratoires du Faculté des Sciences de la nature et la vie (Université d'Ouargla).

Tous les travailleurs de l'Algérienne des eaux (unité de Ouargla).

-Tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin pour arriver à réaliser ce travail.

Dédicace :

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, **A** ma très chère mère **KARABISALIHA**, qui m'oriente vers le droit chemin, C'est également l'exemple d'une mère généreuse qui s'est sacrifiée jour après jour pour notre bonheur.*

***A** qui m'est le plus chers du monde, mon père **SEBIHI ABDEL-NACER** qui n'a jamais hésité de me présenter son immense aide morale et financière.*

***À** mon cher époux **BENYEZA BILAL** qui m'a tout donné afin de finir ce travail de la fin d'étude.*

À** mes plus belles filles du monde **MANAR** et **RAZAN

***À** tous mes frères et sœurs, qui m'ont aidé et encouragé pour réaliser ce mémoire*

À** toute ma belle-famille **BENYEZZA

À** mon binôme **AYA

***À** toutes les étudiantes de la promotion d'écologie et environnement 2020 surtout mes proche amies **MARWA H.**,
WAFAG. et **IMANE H.***

SEBIHI RAOUNAK.



Dédicace

La locomotive de recherche a franchi de nombreux obstacles, mais j'ai essayé de les surmonter régulièrement, avec la grâce de et de Dieu

Je dédie ce travail à mes plus chers êtres au monde :

Ma tendre mère et mon père pour leur amour, leur tendresse, et pour leur soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie

A Pour qui leurs prières ont été le secret de mon succès

À mes chers et adorables sœurs et frères Ines, Dikra, Wadie, Amir

À mes proches Sahar, Ghada, Omayma, Rania

À mon binôme Rawnak

Je dédie également le fruit de mes efforts à mon professeur BENCASI ETTAYEB la première raison de continuer dans ce domaine

SALHI AYA

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Données climatiques de la région de Touggourt (2003-2012)	6
Tableau 2: Coordonnées géographiques des stations d'études	27
Tableau 3: Résultats des analyses physiques et chimiques des eaux des zones étudiés	26

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des Eaux.

CI : continental intercalaire

CT : complexe terminal

EH : électrode hydrogène

ONM : Office National de météorologie

PNDA : plan nationale de développement agricole

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique et administrative de l'Oued Righ (Google Earth, 2012).....	3
Figure 2: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS de la région de Touggourt (2003-2012)	9
Figure 3 : Climagramme pluviométrique d'Emberger de Touggourt (2003-2012)	10
Figure 4: Les zones humides de la région de l'Oued Righ (Halis et al, 2012).....	12
Figure 5 : Méthodologie de travail.....	19
Figure 6: Variation de la température des eaux de zones étudiées	27
Figure 7: Variation du pH des eaux des zones étudiées.....	28
Figure 8: Variation de la conductivité électrique des eaux des lacs étudiés.....	28
Figure 9: Variation de la salinité des eaux de zones étudiées.....	29
Figure 10: Variation du potentiel d'oxydo-réduction (Eh) des eaux des zones étudiées.....	29
Figure 11: Variation des résidus secs des eaux des zones étudiées.....	30
Figure 12: Variations des concentrations les magnésiums des eaux de zones étudiés.....	31
Figure 13: Variation des concentrations de Sulfate des eaux de zones étudiées	32
Figure 14: Variations des concentrations des Chlorures des eaux des zones étudiées	32

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale

INTRODUCTION	1
1.1. - CADRE GÉOGRAPHIQUE.....	2
1.1.1. - <i>Situation géographique et administrative de l'Oued Righ</i>	2
1.1.2. - <i>Géomorphologie et topographie</i>	4
1.1.3. - <i>Aperçu socio-économique</i>	4
1.2. - CADRE GÉOLOGIQUE	4
1.2.1. - <i>Géologie de l'Oued Righ</i>	4
1.3. - HYDROGÉOLOGIE DE LA RÉGION DE L'OUED RIGH.....	5
1.3.1. - <i>Continental intercalaire(CI)</i>	5
1.3.2. - <i>Complexe terminal (CT)</i>	5
1.3.3. - <i>Nappe phréatique</i>	5
1.4.- PÉDOLOGIE DE LA RÉGION DE L'OUED RIGH.....	5
1.5.- CLIMATOLOGIE	6
1.5.1. - <i>Étude des paramètres climatiques</i>	7
1.5.1.1. - <i>Température</i>	7
1.5.1.2. - <i>Précipitation</i>	7
1.5.1.3. - <i>Vents</i>	7
1.5.1.4. - <i>Évaporation</i>	7
1.5.1.5. - <i>Humidité de l'air</i>	7
1.5.1.6. - <i>Durée de l'insolation</i>	7
1.6. - BILAN HYDRIQUE	8
1.7. -SYNTHÈSE CLIMATIQUE	8
1.7.1- <i>Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS</i>	8
1.7.2. - <i>Climagramme pluviométrique d'emberger</i>	9
1.7.3. - <i>Indice d'aridité</i>	10
1.8. -VÉGÉTATION.....	11
1.9. - CANAL D'OUED RIGH.....	11
1.9.1. - <i>Caractéristiques du canal</i>	11
1.10. - ZONES HUMIDES DE LA RÉGION DE L'OUED RIGH	12
1.10.1. - <i>Chotts</i>	12
1.10.2. - <i>Lacs</i>	13
1.10.3- <i>Processus de formation des chotts et sebkhas</i>	13
1.10.4. - <i>Problèmes affectant les lacs de l'Oued Righ</i>	13
1.10.4.1. - <i>Climatiques</i>	13
1.10.4.2. - <i>Anthropiques</i>	13
1.10.4.2.1. - <i>Agriculture</i>	13
1.10.4.2.2. - <i>Pollution</i>	13

TABLE DES MATIÈRES

1.10.4.2.3. - Gestion des déchets	14
1.10.4.2.4. - Régression de la nappe phréatique des lacs de la région	14
1.10.4.2.5. - Feu	14
1.10.5. -Relation entre la nappe phréatique et les lacs de la région	14
1.11. - DONNÉES DES SOLS DE LA VALLÉE SUD D'OUED RIGH	14
1.12. -RELIEF.....	15
1.13. -CADRE BIOTIQUE	15
1.13.1. - Phoeniculture	15
1.13.2. - Arboriculture fruitière.....	15
1.13.3. -Cultures maraîchères.....	15
1.13.4. -Cultures fourragères	15
1.13.5. - Élevage	16
2. - MATÉRIEL ET MÉTHODES	22
2.1. - OBJECTIF	22
2.2. - CRITÈRES DE CHOIX DES STATIONS D'ÉTUDE.....	22
2.3. - MATÉRIEL D'ÉTUDE.....	22
2.3.1. - Sur le terrain.....	22
2.3.2. - Sur le laboratoire.....	22
2.4. - DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE	22
2.4.1. - <i>Méthodologie de travail</i>	22
2.4.2. - <i>Échantillonnage et prélèvement de l'eau analysée</i>	23
2.4.3. - <i>Périodicité des analyses</i>	25
2.4.4. - <i>Nature et période du prélèvement</i>	25
2.4.5. - <i>Localisation des sites de prélèvement</i>	25
2.4.6. - <i>Méthode de prélèvement</i>	26
2.5. -ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	26
2.5.1. - <i>Mesure au niveau du site</i>	26
2.5.1.1. - Température (T. °C).....	26
2.5.1.2. - Potentiel hydrogène (pH)	27
2.5.1.3. - Conductivité électrique (CE).....	27
2.5.1.4. - Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)	27
2.5.2. - <i>Mesures au laboratoire</i>	28
2.5.2.1.- Salinité.....	28
2.5.2.2. - Résidus secs (Rs).....	28
2.5.3. - <i>Différents types de dosages</i>	28
2.5.3.1. - Chlorure (Cl ⁻)	28
2.5.3.2. - Sulfate (SO ²⁻⁴)	29
2.5.3.3. - Magnésium (Mg ⁺⁺).....	29
3. – RÉSULTATS ET DISCUSSION	32
3.1. - INTRODUCTION.....	32
3.2. - PARAMÈTRES PHYSIQUES	33
3.2.1. - <i>Température (T)</i>	33
3.2.2. - <i>Potentiel hydrogène (pH)</i>	33
3.2.4. - <i>Salinité</i>	34
3.2.5. - <i>Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)</i>	35
3.2.6. - <i>Résidu Sec</i>	36
3.2.7. - <i>Conclusion</i>	36
3.3. -PARAMÈTRES CHIMIQUES	37
3.3.1. - <i>Cations</i>	37

3.3.1.1. - Magnésium (Mg^{++}).....	37
3.3.2. - <i>Anions</i>	37
3.3.2.1. - Sulfates (SO_4^{-2}).....	37
3.3.2.2. - Chlorures (Cl^{-})	38
3.4. - Conclusion	39
CONCLUSION GÉNÉRALE	42

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Introduction

L'eau est vitale pour la survie, la santé et la dignité de l'homme, mais aussi une ressource fondamentale pour le développement humain. Les réserves d'eau souterraines sont sous une pression croissante (Bouznad, 2009).

L'homme est une partie de l'écosystème de la terre, influence son environnement et réciproquement : l'homme utilise l'environnement et le transforme à travers l'économie, la technique ...etc. ainsi il crée son espace vital et assure ses besoins (Hammouda, 2013).

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité des eaux de surface et la pollution des écosystèmes aquatiques continentaux (Reggam *et al*, 2015).

Les zones humides représentent les meilleurs exemples d'écosystème du point de vue de leurs fonctions biologiques : productivité biologique, habitat et richesse écologique pour les espèces animale et végétale, leur fonctions écologiques et hydrologiques et de leur importance socio-économique (Ramsar, 1994).

Les zones humides sont toutes zones de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques où la nappe phréatique est proche de la surface du sol, ou dans laquelle cette surface est recouverte d'eau peu profonde de façon permanente ou temporaire. Ce sont des étendues, de marécage de tourbières, d'eau naturelle ou artificielle, permanentes ou temporaires où l'eau est stagnante ou courante, douce ou saumâtre eau salée y compris des étendues d'eau marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6m (Ramsar, 1994).

L'Oued Righ est l'une des régions les plus riches en zones humides d'importance internationale et nationale, L'excès des sels solubles dans ces milieux a une grande influence sur ces écosystèmes. De nombreuses de ces zones dégradées voire menacées de disparition suite aux actions anthropiques (rejet des eaux usées et de drainage) sans négliger les effets de la sécheresse très fréquente en région désertiques ; La dégradation de ces zones se traduit par la détérioration de la qualité de ces eaux par la pollution ce qui influe sur la qualité des sols et par conséquent sur la biodiversité (Bouchlaghem, 2014).

Les ressources en eau souterraines du Sahara sont essentiellement constituées de ressources non renouvelables représentées par deux grandes aquifères (le complexe terminal et le continental intercalaire). Ces deux systèmes hydrauliques du Sahara Algérien une région considérée comme très riche en ressource hydrique. Malheureusement, la richesse en eau dans la vallée Sud d'Oued Righ est accompagnée par différents problèmes dont la plupart sont liées directement à la mauvaise gestion de cette ressource en eau.

L'objectif de notre travail est la contribution à l'étude de la variabilité physico-chimique des eaux de l'Eco-complexe de l'Oued Righ, qui paraissent représentatives des zones humides de la région par la connaissance de la qualité physico-chimique et les indices de la pollution de ces eaux. On développera dans cette étude les chapitres suivants :

Chapitre 1 : présentation de la région d'étude.

Chapitre 2 : matériels et méthodes d'étude

Chapitre 3 : résultats et discussion.

CHAPITRE 1 :
PRÉSENTATION DE
LA RÉGION

La zone étudiée appartient au Bas Sahara. Cet environnement socio-économique se situe dans un contexte climatique de type désertique hyperaride, où Les précipitations sont très faibles et irrégulières ne jouent qu'un rôle limité dans la recharge des nappes. Du point de vue géologique, depuis le Cambrien jusqu'au Tertiaire, tous les terrains sont dissimulés en grande partie sous le Grand Erg Oriental. Seuls quelques affleurements sont observés, sur les bordures. La série géologique permet de distinguer deux ensembles hydrogéologiques, Post Paléozoïques importants : le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal.

1.1. - Cadre géographique

1.1.1. - Situation géographique et administrative de l'Oued Righ

Oued Righ est une entité économique bien précise, puisque l'on désigne sous ce terme, une vallée de palmeraies constituée d'un chapelet de 50 oasis ; il est situé au Nord-est du Sahara algérien. (TESCO-VIZITERV , 1989)

Géographiquement, la région de l'Oued Righ fait partie de l'ensemble de bassin du bas Sahara avec une superficie de 60.000 km², cette région se situe au Sud-est du pays, plus précisément au Nord-est du Sahara sur la limite Nord du Grand Erg Oriental, et la bordure Sud massif des Aurès. (Bouznade ,2009)

La région de l'Oued Righ est une vaste dépression allongée entre El Goug (32°54 N) au Sud et Oum El Thiour (34°9 N) au Nord, elle est bordée à l'Ouest par le plateau Mio-pliocène, à l'Est par le grand alignement dunaire de l'Erg Orientale, au Nord par le Ziban et au Sud par les Oasis d'Ouargla, la largeur de la vallée varie entre 15 et 30 Km suivant les endroits (Fig.01). Elle est scindée administrativement en 05 grands Daïras, à savoir : Daïra d'El Meghaïer et Djamaa qu'ils font parties de la Wilaya d'El Oued et les daïras de Mégarine, Touggourt et Témacine, qui dépendent de la wilaya d'Ouargla (Debbekh, 2012).

Présentation de la région d'étude

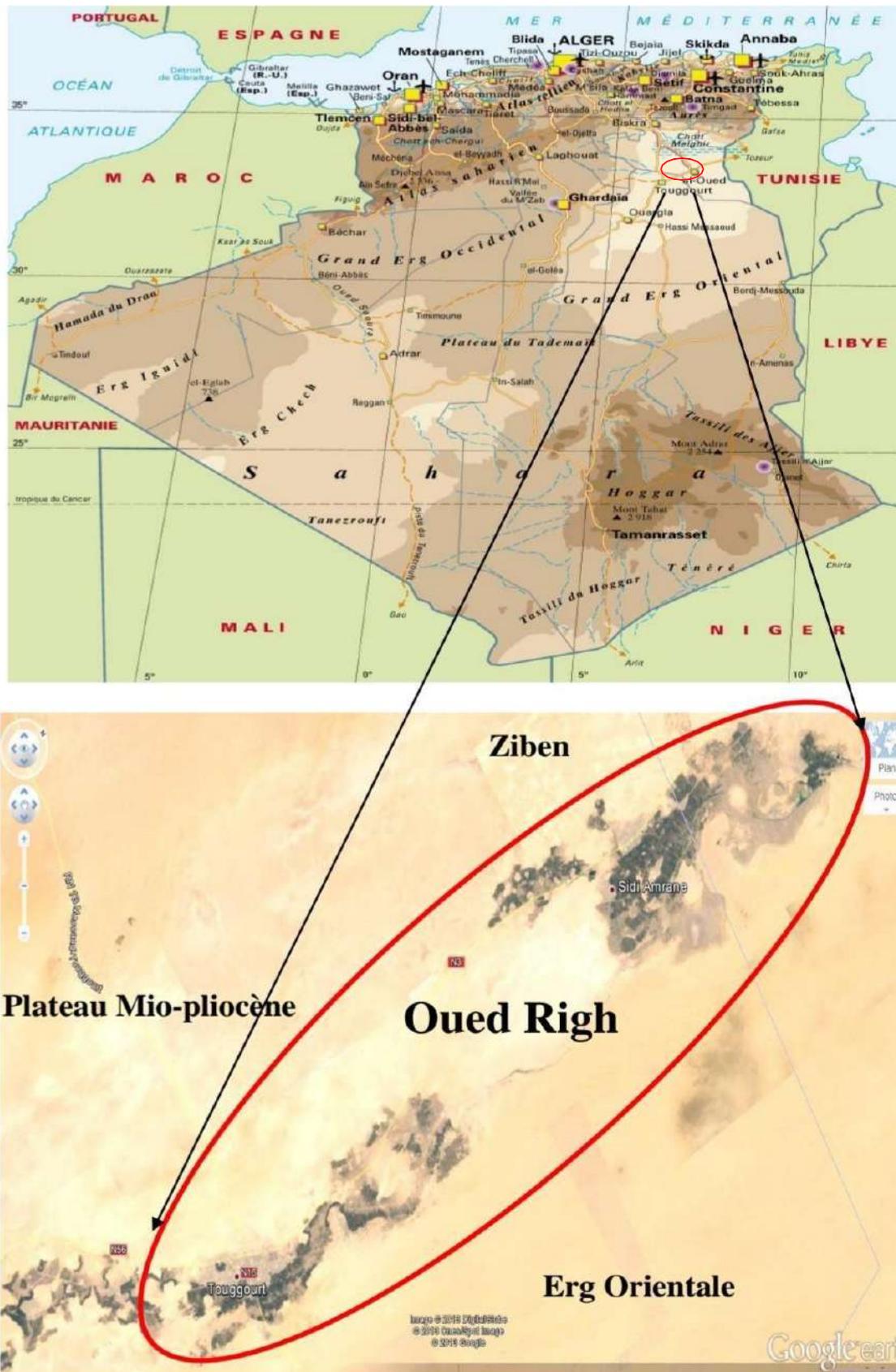


Figure 1: Situation géographique et administrative de l'Oued Righ (Google Earth, 2012)

1.1.2. - Géomorphologie et topographie

Cette région a une morphologie homogène, elle se présente comme une dépression (large fossé) orienté Sud/Nord. La variation des côtes est nettement remarquable, Elle descend régulièrement de 90 m à Goug, pour atteindre la cote 45 m à Djamaa. Cette région est connue sous le nom du Bas Sahara, à cause de sa basse altitude notamment dans la zone du chott au Nord où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer.

La région de l'Oued Righ est topographiquement plus ou moins aplatie (plaine). Le point le plus élevé (105 m) est situé à Touggourt et de -35 m El Méghaier pour le point le plus bas, sa pente est régulièrement faible qui est d'environ 1‰ (Lembarek, 2008).

1.1.3. - Aperçu socio-économique

Le domaine agricole qui était jadis la principale activité est un peu délaissé actuellement à cause du faible rendement des palmiers dû aux effets néfastes de la salinisation des eaux et des sols, des phénomènes de : la remontée de la nappe phréatique, le vieillissement des palmiers, etc. de plus les sociétés pétrolières offrent des emplois plus rémunérés. Parmi les espèces cultivées ; la variété de Deglet Nour prédomine, suivie par Ghars, Degla Bayda, etc. On note aussi l'existence d'élevage et quelques espèces animales typiques (généralement Ovins et Caprins), les chèvres sont élevées pour leur lait et les brebis pour leur chair. Dans le domaine de l'industrie, il existe plusieurs petites usines surtout des briqueteries implantées à proximité de la source de matière primaire, ainsi que des complexes de transformations hydrocarbures, transformation des plastiques, fabrique d'aluminium, ainsi que des entreprises de conditionnement de dattes. Le tourisme existe aussi de par l'existence de quelques repères touristiques comme les oasis, le lac de Temacine, les anciennes Medinas, les tombeaux des rois, etc. Et surtout la Zaouïa Tidjania qui accueille de nombreux visiteurs chaque année.

1.2. - Cadre géologique

1.2.1. - Géologie de l'Oued Righ

D'un point de vue géologique, la région de l'Oued Righ appartient à la plateforme saharienne, elle s'étend sur des ensembles géologiquement différents totalement aplatis au début de l'ère secondaire ; elle se comporte actuellement comme une vaste dalle rigide et stable. La région de l'Oued Righ apparaît dans ce schéma comme un vaste fossée synclinale dissymétrique. Qui est limité :

- Au Nord, par l'accident Sud Atlasique ; et les premiers contreforts des monts des Aurès.
- Au Sud, par la falaise méridional du TINHERT.
- À l'est par les affleurements crétacés du DAHAR.
- À l'Ouest par la dorsale du Mzab.

C'est donc entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas saharien que se situe le grand bassin sédimentaire du Bas-Sahara, s'étend des pieds de l'Aurès au Nord jusqu'au Tassilis au Sud .Une grande partie du bassin est recouverte par le Grand Erg Oriental, soit 125 000 Km². La vallée de l'Oued Righ fait partie de cet ensemble (Berguiga et Bedoui, 2012).

1.3. - Hydrogéologie de la région de l'Oued Righ

1.3.1. - Continental intercalaire (CI)

C'est un aquifère de 1500m et plus de profondeur ; composé de sables gréseux ou argileux qui s'étend sur plus de 600 000 Km², son épaisseur peut atteindre 1000 m au Nord-Ouest du Sahara. Il se situe entre 700 et 2000 m de profondeur. De point de vue lithologique, le continental intercalaire est formé par une succession de couches de sables, de grès, de grès argileux et d'argile. La qualité de l'eau du Continental Intercalaire est bonne (la minéralisation totale est généralement < 3,5 g/l). L'eau d'Albien est relativement peu minéralisée de conductivité électrique de 3 mmhos/cm, mais dont la température est supérieure à 50 °C quand elle jaillit, ce qui pose des problèmes de refroidissement préalable à l'irrigation. Cette eau provoque des dépôts abondant de carbonate de calcium qui rendent sa distribution délicate (Lembarek, 2008).

1.3.2. - Complexe terminal (CT)

Le Complexe Terminal contient plus d'une nappe (Mio-pliocène, sénonien carbonates et l'Eocène) d'extension considérable de 350 000 Km², une puissance moyenne de 50 à 100 m et une profondeur varient entre 200 à 500 m. Il est Composé de trois aquifères principaux, on distingue de haut en bas la nappe des sables, la nappe des sables et grès et la nappe des calcaires. On distingue trois aquifères principaux :

- **La première nappe** : dans les sables et argiles du pliocène, qui est en fait un réseau de petites nappes en communication.
- **La deuxième nappe** : dans les sables grossiers à graviers du Miocène supérieurs.
- **La troisième nappe** : dans les calcaires fissurés et karstiques de l'Eocène inférieur.

Historiquement, ces trois nappes étaient artésiennes sur l'ensemble de la région de l'Oued Righ ; cette région est caractérisée par la présence de la nappe sénonien carbonaté et le Turonien ; mais l'exploitation croissante de ces nappes a conduit à l'utilisation de pompes visant à assurer des débits réguliers pour l'irrigation. (Lembarek, 2008).

1.3.3. - Nappe phréatique

C'est une nappe libre dont la profondeur varie entre 0-60 m. Elle affleure sur le sol en plusieurs endroits de la vallée ; la lithologie dominante est constituée de sables ou sables argileux avec gypse. Son eau est généralement très salée et excessivement chargée dans les zones mal drainées ; le résidu sec dépasse 13 g/l ; l'alimentation de cette nappe provient essentiellement de l'excédent d'eau d'irrigation et avec un très faible pourcentage des précipitations, elle est rarement exploitée dans l'Oued Righ, Sauf dans les zones hors vallée ou on l'utilise comme par exemple, Berkadjia (El-Meghaier) et Taibet pour l'irrigation des petits périmètres éloignés de la palmeraie (Berguiga et Bedoui, 2012).

1.4.- Pédologie de la région de l'Oued Righ

Les sols de la vallée de l'Oued Righ sont d'origine alu-colluviale, à partir du niveau quaternaire ancien encroûté, avec des apports éoliens sableux, essentiellement en surface. Ce sont des sols meubles et bien aérés en surface, en majorité salés, l'influence de la nappe phréatique est déterminante et on observe parfois un horizon hydro-morphe ou un

Présentation de la région d'étude

Encroûtement gypso-calcaire ; dans les sols non encroûtés, les propriétés hydrodynamiques sont bonnes, améliorées par des apports de sable en surface et la réserve facilement utilisable RFU varie entre 78 et 106 mm. La salure est du type sulfaté calcique dans les sols les moins salés (CE < 6 mmhos/cm) et de type chlorure sodique pour les sols les plus salés (Serrai, 2009 in Ben hamida et Talbi, 2004).

1.5.- Climatologie

De sens large, le Sahara algérien est caractérisé par des périodes de sécheresse prolongées, il correspond à un désert zonal dans la typologie des zones désertiques (Faurie *et al*, 1980). Le climat de la vallée de l'Oued Righ est un climat désertique, caractérisé par des précipitations faibles et irrégulières, et par des températures accusant des amplitudes journalières et annuelles importantes et par une faible humidité de l'aire et par des vents de sable parfois très violents. Pour décrire le climat de la vallée, nous avons fait une synthèse climatique de 10ans (2003-2012) (Tableau 01).

Tableau1: Données climatiques de la région de Touggourt (2003-2012)

Paramètres Mois	T m (°C)	T M (°C)	T moy (°C)	P (mm)	H (%)	V (m/s)	E (mm)	I (h/mois)
Janvier	4,79	17,41	10,79	17,23	64,85	2,18	74,2	225,36
Février	5,85	19,48	12,69	1,34	53,66	2,58	99,8	216,44
Mars	10,46	24,4	17,23	5,04	46,83	3,08	141,99	244,69
Avril	14,51	28,68	21,31	7,96	42,38	3,4	176,5	255,12
Mai	19,24	33,58	26,38	1,44	33,86	3,44	213,7	319,34
Juin	24,09	38,81	31,68	5,55	30,5	3,29	288,22	318,68
Juillet	28,19	42,49	34,33	0,07	29,1	3,65	323,45	358,64
Aout	26,6	41,17	33,92	1,19	31,15	2,56	288,99	317,5
Septembre	22,58	35,67	29,04	12,5	43,8	5,26	203,19	268,2
Octobre	17,37	30,37	23,62	6,63	50,36	2,38	158,48	268,98
Novembre	9,81	23,12	16,13	1,42	58,51	2,01	115,68	252,1
Décembre	6,9	18,01	11,35	6,07	63,98	1,94	75,55	238,05
Moyenne	15,86	29,43	22,3725	*66,44	*548,98	2,98	*2159,8	*3283,1

O.N.M. Station Touggourt

T M : Moyenne mensuelle des températures maximales, exprimée en degrés Celsius.
T m : Moyenne mensuelle des températures minimales, exprimée en degrés Celsius.
T moy : Températures moyenne annuelle, exprimée en degrés Celsius.
P : Précipitation mensuelle en millimètre.

H : Moyenne mensuelle d'humidité relative exprimée en pourcentage.

V : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent en mètre par seconde.

E : Évaporation mensuelle en millimètre.

I : Insolation mensuelle en millimètre.

* le cumul

1.5.1. - Étude des paramètres climatiques

1.5.1.1. - Température

La région de l'Oued Righ est caractérisée par des températures très élevées, la température moyenne annuelle est de 22,37 °C, avec 34,33 °C en juillet pour le mois le plus chaud et 10,79 °C en janvier pour le mois le plus froid, avec des extrêmes de $T_M = 42,49$ °C en juillet et en $T_m = 4,79$ °C en janvier (Tableau 01).

1.5.1.2. - Précipitation

Dans notre région d'étude, les précipitations sont très rare et irrégulières à travers les saisons et les années, elle reçoit un cumul annuel de l'ordre de 66,44 mm, La répartition est marquée par une sécheresse presque absolue au mois juillet de l'ordre 0,07 mm et le maximum en janvier avec 17,23 mm (Tableau 01).

1.5.1.3. - Vents

D'après l'O.N.M pour la période (2003-2012), les vents sont fréquents sur toute l'année, avec une moyenne annuelle de 2,98 m/s. Le maximum de vitesse du vent annuelle est enregistré au mois de mai avec une valeur de 3,44 m/s et le minimum en mois décembre avec 1,94 m/s. ces vents soufflent suivant des directions différentes (Tableau 01).

1.5.1.4. - Évaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'aire et l'agitation de cet air. Dans le Sahara algérien l'eau évaporée annuellement serait de 3 à 5 mètres environ suivant les localités, c'est-à-dire une valeur infiniment plus forte que la quantité d'eau qui tombe sur le sol lors des pluies (OZENDA, 1983). Dans la région de l'Oued Righ l'évaporation est très importante, le maximum est de l'ordre de 323,45 mm enregistré au mois de juillet et le minimum est marqué au mois de janvier avec 74,2 mm. La moyenne annuelle de l'ordre de 180 mm (Tableau 01).

1.5.1.5. - Humidité de l'air

Les valeurs de l'humidité relative de la région d'étude sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 29% et 64%, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 45,75%. Juillet est le mois le plus sec et janvier est le mois le plus humide (Tableau 01).

1.5.1.6. - Durée de l'insolation

L'insolation est la durée d'apparition du soleil. Elle varie en fonction de l'altitude qui détermine la longueur des jours et le degré d'obliquité des rayons solaires. La vallée de l'Oued

Righ reçoit une durée d'ensoleillement relativement très forte, le maximum est atteint au mois de juillet avec une durée de 358,64 heures et le minimum au mois de janvier avec une durée de 225,36 heures (Tableau 01).

1.6. - Bilan hydrique

Dans cette étude nous allons évaluer la répartition des précipitations entre les différentes composantes du bilan hydrique, à savoir l'écoulement, l'infiltration et l'évapotranspiration, ce dernier paramètre englobe l'ensemble des phénomènes d'évaporation physique et biologique, il est considéré comme le plus important car il conditionne l'abondance ou le déficit de l'eau pour la végétation. Il est utile de distinguer entre la notion d'évapotranspiration potentielle (ETP) qui est employée lorsque la surface évaporant est convenablement alimentée en eau et la notion d'évapotranspiration réelle (ETR) qui distingue la quantité en eau perdue réellement par l'évapotranspiration.

1.7. -Synthèse climatique

La combinaison des données des précipitations et celles des températures permet de mettre en évidence :

- Les périodes sèches et humides au cours de l'année grâce au diagramme pluviométrique de Gaussen et Bagnouls.
- Le domaine climatique ou le type de climat suivant la méthode d'Emberger (climagramme d'Emberger) et le calcul de l'indice d'aridité.

1.7.1-Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

Pour Gaussen un mois « sec » si le quotient des précipitations mensuelles «P» exprimé en (mm), par la température moyenne « T » exprimé en (°C) est inférieur à deux (02). La représentation sur une même graphique de la température et des précipitations moyennes mensuelle, avec en abscisse les mois, permet d'obtenir les diagrammes Ombrothermique qui mettant immédiatement en évidence les saisons sèches et les saisons pluvieuse (Gerard, 1999). La figure 02 montre que le climat de la région de Touggourt est caractérisé par une sécheresse permanente pendant toute l'année (climat saharien).

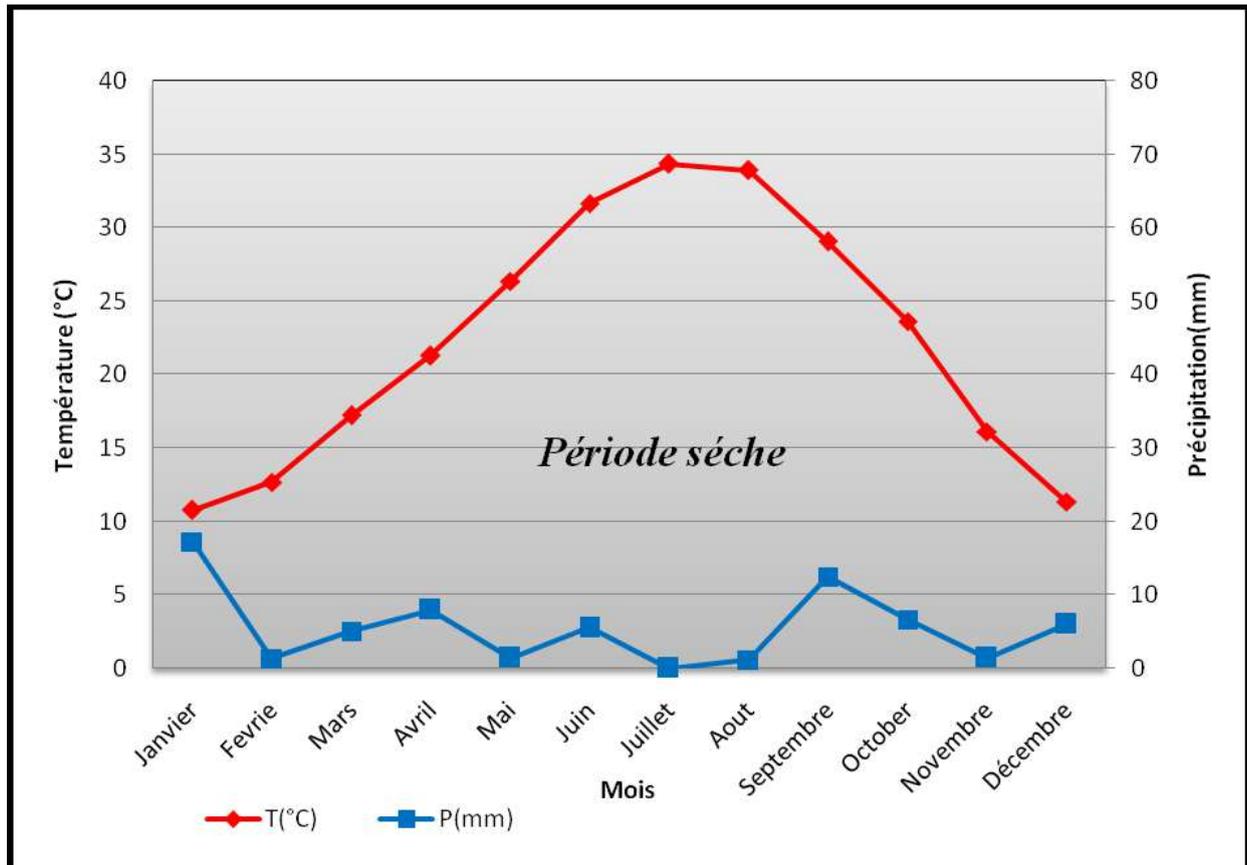


Figure 2: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS de la région de Touggourt (2003-2012)

1.7.2. -Climagramme pluviométrique d'emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q3) élaboré en 1990 est spécifique Méditerranéen, il tient compte des précipitations et des températures, et nous révèle l'étage bioclimatique de la région d'étude et de donner une signification écologique du climat. Nous avons utilisés la formule établit par Stewart (1969) adaptée pour l'Algérie et le Maroc, comme suit :

$$Q_3 = 3.43 * P / M - m$$

Avec :

Q₃ : Quotient pluviothermique d'Emberger.

P : Précipitation annuelle en mm.

M : Température maximale moyenne du mois le plus chaud en °C.

m : la température minimale moyenne du mois le plus froid en °C.

Après l'emplacement de « Q₃ =6,09 » sur le Climagramme pluviothermique d'Emberger, la région de Touggourt est situé dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (Fig.03).

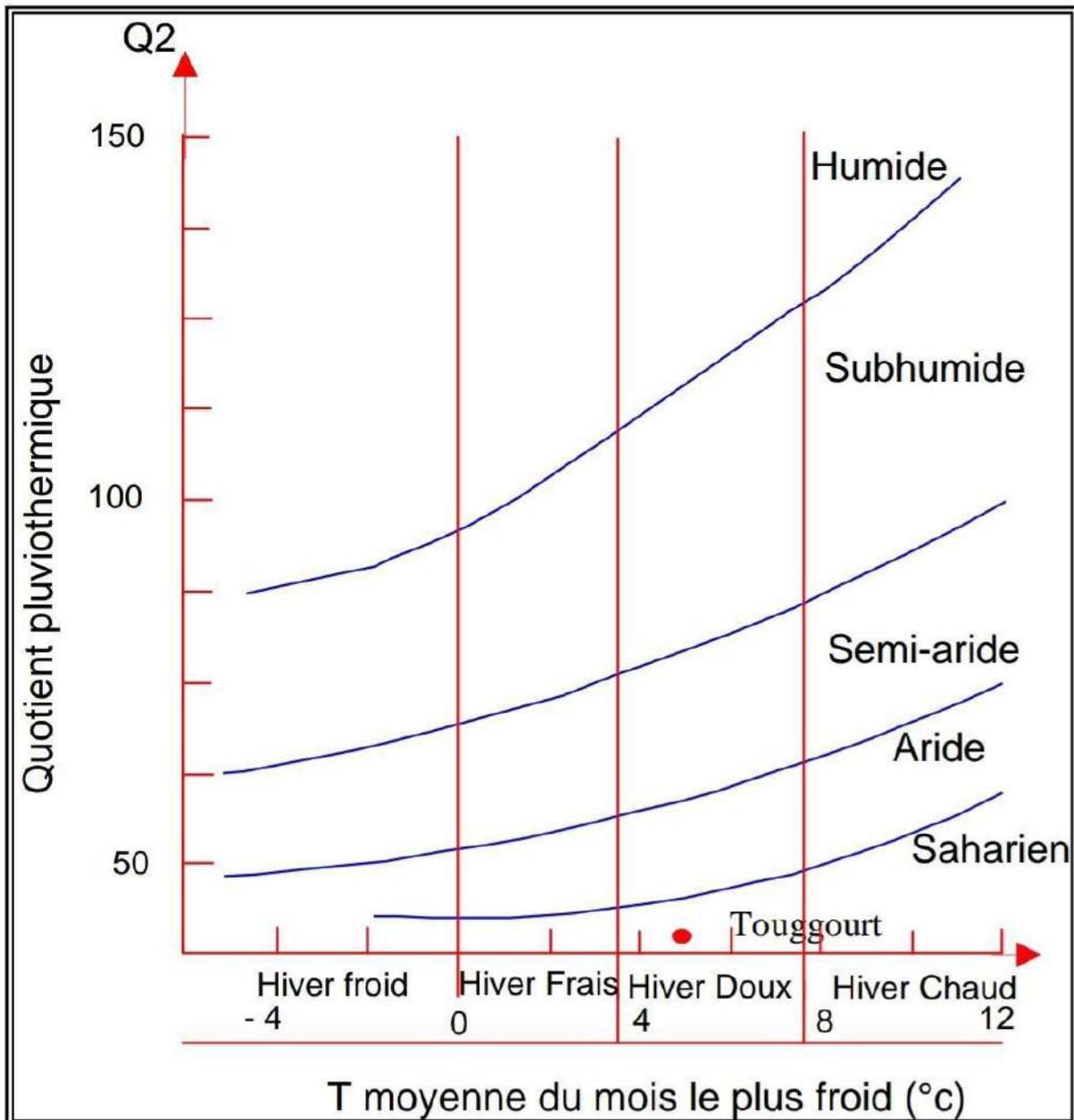


Figure 3: Climagramme pluviométrique d'Emberger de Touggourt (2003-2012)

Le climagramme considère qu'une région est d'autant plus sèche lorsque le quotient est plus petit. L'emplacement de cet indice sur le climagramme d'EMBERGER, nous a permis de situer Touggourt dans l'étage bioclimatique Saharien aux hivers doux (Fig.03).

1.7.3. - Indice d'aridité

Cet indice dépend essentiellement des précipitations moyennes mensuelles en (mm) et la température annuelle en (°C), en appliquant la formule suivante :

$$I = P / T + 10$$

I : Indice d'aridité

P : Précipitation moyenne mensuelle (mm).80.09

T : Température moyenne annuelle (°C).21.6
P = 80.09 mm ;
T = 21.6 °C
I = $80.09 / 21.6 + 10 = 2.53 \text{ mm/°C}$

Sur la base des fourchettes de l'indice d'aridité fixées par De Martone, nous pouvons tirer le type de climat de notre région d'étude.

I < 5. Climat hyper-aride
5 % < I < 7.5..... Climat désertique
7.5 % < I < 10..... Climat steppique
10 % < I < 20..... Climat semi-aride
20 % < I < 30..... Climat tempéré

Ce qui confirme que notre région est caractérisée par un climat hyper aride.

1.8. -Végétation

La flore saharienne, considérée comme très pauvre, si l'on compare le petit nombre d'espèces présentes dans ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre (Ozenda, 1991). Le peuplement dans la région, est soit une relique des périodes les plus humides qui ont réussi à se maintenir soit des espèces méditerranéennes ou tropicale qui se sont adaptées au désert grâce à l'apparition de caractères physiologiques ou morphologiques. L'essentiel de la végétation, à l'exception des oasis, se rencontre dans les lits des oueds, les dayas et les sebkhas. Les familles les plus rencontrées sont : les Graminées, les Composées, les Papilionacées, les Chénopodiacées, les Tamaricacées, les Plombaginacées (Beggari, 2006).

1.9. - Canal d'Oued Righ

Le canal de l'Oued Righ a été creusé en 1925 avec des méthodes traditionnelles et manuelles par la population de la région sur une longueur de 150 km à partir d'El Goug jusqu'au chott Marouane (exutoire naturel), une largeur de 10 m, une profondeur de 4 m et une pente de 1 %. Les 2/3 Sud du canal ont été creusés, tandis que 1/3 Nord est d'origine naturel (Oued Khrouf). Les peuples de la région ont creusé ce canal pour le but de faire drainer les eaux en excès d'irrigation, des palmeraies et l'évacuation des eaux usées. L'alimentation du canal est en effet, hors les quelques orages annuelles, le fait des écoulements de drainage en provenance des palmeraies, donc le canal joue le rôle de collecteur principale de ces eaux qu'il conduit jusqu'à l'Oued Khlouf puis chott Marouane. (Bouznad .2009)

1.9.1. - Caractéristiques du canal

- Longueur totale 136 km.
- Largeur moyenne 10 m.
- Profondeur moyenne 4 m.
- Vitesse moyenne d'écoulement 0,7 m/s.
- Débit moyen max 4 m³/s.
- Salinité moyenne 15 g/l.
- Pente d'écoulement moyenne 1 %.

Le débit du canal de l'Oued Righ est de l'ordre 260 l/s au point du dépôt, et augmente progressivement vers l'aval 5000 l/s. (Bouznad .2009)

1.10. - Zones humides de la région de l'Oued Righ

La région d'Oued Righ est l'une des régions les plus anciennement cultivées et l'une des mieux connues du Sahara septentrional, encore appelée bas-Sahara. Elle se présente comme une vaste fosse synclinale dissymétrique caractérisée par l'existence de plusieurs zones humides (environ 12 entre lacs et chotts). Parmi elles, on nomme Chott Marouane ; Chott N'Sigha ; Oued Khrouf ; Sidi Khelil ; Tindla ; Lac Ain Zerga; Lac Ayata; Lac Sidi Slimane; Lac Mégarine; Lac Tataouine ; Lac Merdjaja; Lac Témacine (Fig.05). Les zones humides de la région de l'Oued Righ sont vulnérables, car elles s'alimentent de l'eau provenant des écoulements des oueds, de sources, de drainage des palmeraies ou de la remontée des eaux provenant des nappes phréatiques.

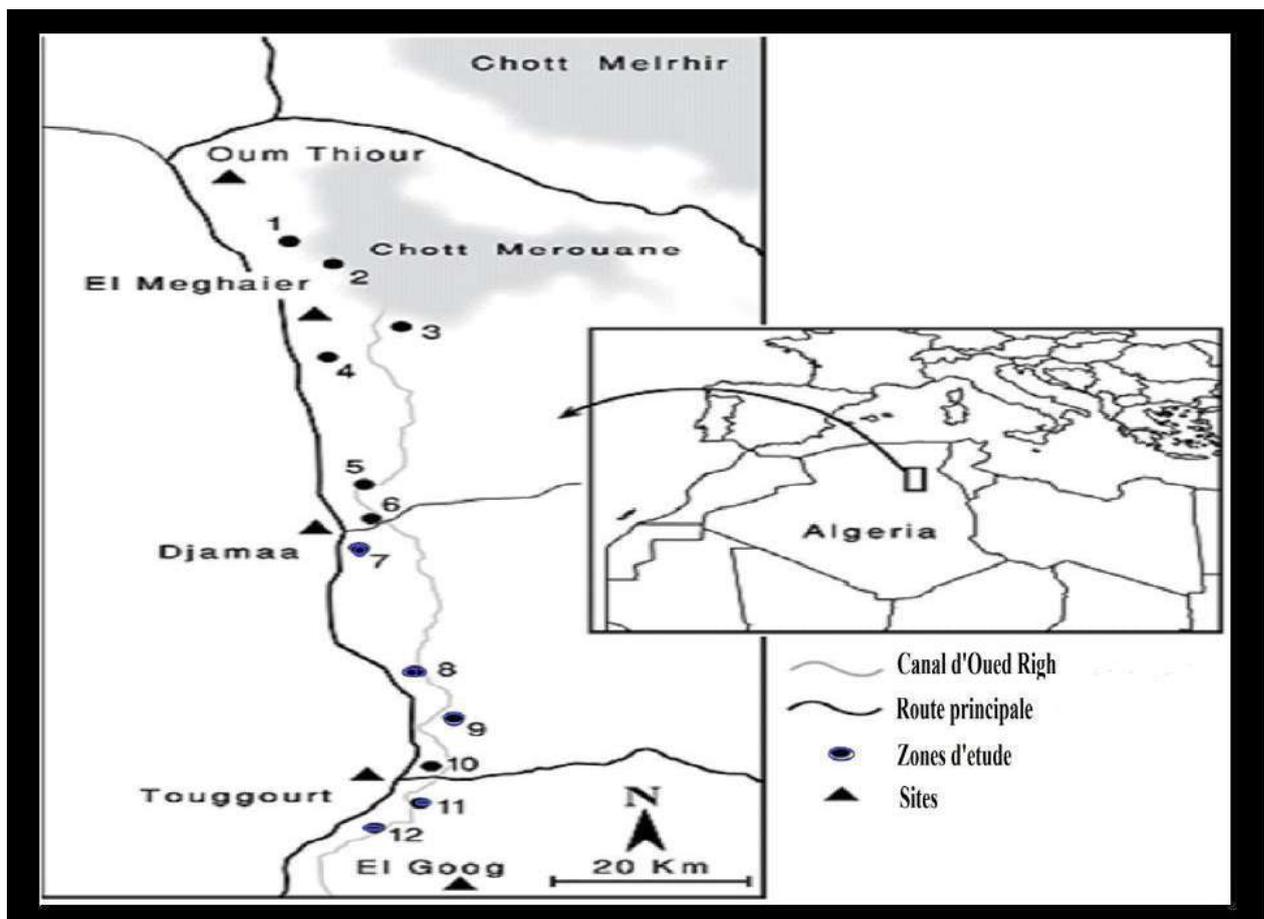


Figure 4: Les zones humides de la région de l'Oued Righ (Halis *et al*, 2012)

1 : Chott Marouane ; 2 : Chott N'Sigha ; 3 : Oued Khrouf ; 4 : Sidi Khelil ; 5 : Tindla ; 6 : Lac Ain Zerga ; 7 : Lac Ayata ; 8 : Lac Sidi Slimane ; 9 : Lac Mégarine ; 10 : Lac Tataouine ; 11 : Lac Merdjaja ; 12 : Lac Témacine.

1.10.1. - Chotts

Les caractéristiques principales de la région d'Oued Righ est son inclinaison vers le Nord ou vers les grands chotts (Dubost, 1991 in Lebdi, 2003) qui sont en fait des dépressions plus ou moins grands en surface et en profondeur, la dépression la plus importante est située à la fin de la vallée (un endroit pertinent) appelé « chott Marouane ». Les premières oasis se sont greffées pratiquement tout autour des chotts, en choisissant toujours les points les plus culminants, afin que les eaux de drainage et de lessivage des sols de chaque palmeraie et des

Ménages y déversent. En résumé, les chotts permettent l'accumulation de toutes les eaux usées. C'est ainsi en hiver, ces chotts couvrent de grandes étendues. L'origine des eaux est variée, principalement des eaux usées et celles qui proviennent de la nappe phréatique par le phénomène de la remontée. En été ces chotts se transforment en étendues blanches qui sont les sels déposés suite à une forte évaporation due aux grandes chaleurs, l'épaisseur des couches dépend de la quantité d'eau déversée et de sa concentration en sels, on les appelle alors «chotts» ou «sebkhas» (Boutaleb, 2010).

1.10.2. - Lacs

Ce que les gens des régions nomment communément «Bhours», c'est tout simplement une étendue d'eau dont l'origine est une source naturelle, provenant de la nappe phréatique souterraine, les Bhours existant durant toute l'année, dans la région de l'Oued Righ, on en compte trois : un dans l'oasis de Témacine, un seconde à Mégarine et un dernier à Sidi Amrane (Boutaleb, 2010).

1.10.3- Processus de formation des chotts et sebkhas

Au bas Sahara, les eaux des nappes phréatiques sont toujours très salées avec plus de 4 g/l de résidu sec et bien souvent trois fois plus. Elles sont inutilisables pour l'irrigation. L'hydromorphie entraînant l'évaporation, la salinité ne fait qu'augmenter et on entre dans un processus de désertification par le sel, dû non au manque d'eau mais à son excès. L'étape finale du processus est une sebkha dont les sédiments sont complètement stériles, noyés par quelques dizaines de centimètres d'eau en hiver et recouverts en été d'une couche blanche de sels cristallisés. Pendant la saison sèche ces zones sont soumises à l'érosion éolienne qui accentue la topographie en cuvette (Cote, 2002).

1.10.4. - Problèmes affectant les lacs de l'Oued Righ

1.10.4.1. – Climatiques

Le climat de la région d'Oued Righ est typiquement saharien qui se caractérise par des précipitations très faibles, une température élevée et une humidité relativement faible. Où la précipitation ne dépasse pas 70mm, un ensoleillement qui est de plus de 3000 heures par an, les températures sont très élevées pouvant dépasser 45°C, Compte tenu de ces conditions climatiques difficiles il est impératif de préserver et de reconstituer les zones humides.

1.10.4.2. - Anthropiques

1.10.4.2.1. - Agriculture

La plupart des zones humides de la région de l'Oued Righ sont alimenté par l'eau de drainage, les produits phytosanitaires (engrais) sont à l'origine des phénomènes d'eutrophisation. En effet, les sols lessivés par les eaux d'irrigation peuvent véhiculer des produits phytosanitaires qui viennent soit directement détruire la flore et donc la faune des milieux humides s'il s'agit de pesticides, soit au contraire les enrichir excessivement en éléments nutritifs (Debbekh, 2012).

1.10.4.2.2. - Pollution

Dans notre région l'homme déverse beaucoup plus des substances chimiques toxiques, antibiotiques utilisés dans l'élevage, eaux usées domestiques non traitées, pesticides, qui sont de potentiels (Debbekh, 2012).

1.10.4.2.3. - Gestion des déchets

La plupart des zones humides accentuées par les déchets urbains, ou sont utilisés comme un exutoire d'évacuation des déchets solides. L'augmentation de la population est des activités urbaines s'est faite au détriment des zones humides dont la superficie a connu une réduction sensible, d'autre part l'évolution de la ville a contribué à l'accroissement des déchets urbains et domestiques dans les lacs et dans les chotts (Debbekh, 2012).

1.10.4.2.4. - Régression de la superficie des zones humides

L'absence et/ou le non application d'une législation en matière d'urbanisme et d'architecture ainsi que l'occupation du sol de manière anarchique ont été à l'origine de l'apparition des risques sérieux sur les zones humides, surtout dans les zones limitrophes aux agglomérations (Debbekh, 2012).

1.10.4.2.5. - Feu

Les zones humides de la région de l'Oued Righ subissent des dégradations du fait des actions anthropiques telles que les feux. Le feu est un moyen traditionnel utilisée pour défrichage les terres ou lutte contre certaines mauvaises herbes, ils peuvent cause des effets catastrophiques sur la faune et flore de la zone humide (Debbekh, 2012).

1.10.5. -Relation entre la nappe phréatique et les lacs de la région

La géométrie de la nappe ainsi que la géologie du substratum imposent le sens d'écoulement des eaux de cette aquifère et facilitent l'ascension des eaux en surface. Ceci a accéléré la genèse de nouveaux chotts à cette région, Mais cette hypothèse ne s'applique pas au cas des lacs parce que ces derniers prennent leurs origines des eaux d'irrigation à travers des collecteurs secondaires de drainage liés directement aux lacs d'une part, et l'observation de la carte piézométrique, résulte que le niveau de la nappe est inférieur de quelques mètres à celui du lac, crée un gradient orienté vers l'intérieur des terres sur tout le pourtour du lac d'une autre part. De même, Les lacs situés au cœur de la cuvette de la région d'étude, sont en position perchée au-dessus de la nappe phréatique, les gradients hydrauliques soient favorables à l'alimentation par les eaux du lac (Debbekh, 2012).

1.11. - Données des sols de la vallée Sud d'Oued Righ

Les sols que nous rencontrons dans le sud algérien, présente un certain nombre de caractères communs à ceux d'autres régions arides .le milieu est en effet, caractérisé par des pluies très faibles, très irrégulières et une évaporation très forte. Placés dans des conditions aussi sévères, les sols ont une évolution faible, leur structure est généralement définie ainsi : les éléments minéraux assez altérés ; les éléments solubles sont concentré en surface et accumulés à un niveau ou un autre du profil jusqu'à donner naissance à des nodules ou à des croûtes calcaires gypseuses. Une coupe transversale fait apparaître dans la partie supérieure, un niveau quaternaire ancien constitué par une croûte gypso-calcaire recouverte de formations dunaires (erg). Ce niveau est également représenté dans la vallée par quelques petites buttes

témoins. Le fond de la vallée est comblé de sédiments sableux entrecoupés de lentilles d'argile salifère. La dénivelée entre le haut et le bas est de quelques mètres seulement et le relief est peu marqué.

1.12. -Relief

La morphologie de la région est homogène, elle se présente comme une dépression de large fossé orienté Sud-Nord, composée d'une véritable mer de sable et de dunes qui s'étendent sur la plus grande partie et quelques plaines composées de sable et d'alluvions. Cette région est connue sous le nom de Bas-Sahara, à cause de sa basse altitude, notamment dans la zone des chotts au Nord, où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer. L'altitude passe très progressivement de +100m à El Gouge à, +70m à Touggourt, +30m à Djamaa, 0 m à Meghaïer, -37 m au milieu du chott Marouane (Dubost, 1991).

1.13. -Cadre biotique

1.13.1. - Phoeniculture

La phoeniculture, premier étage de ce système, a connu une importante reprise au cours de ces dernières années, avec plus de 2 millions de palmiers couvrant au total 20 000 ha ; cette région est la plus importante du point de vue patrimoine phoenicole du pays. (Ben Ziouche, 2006)

1.13.2. - Arboriculture fruitière

Avant le PNDA, l'arboriculture fruitière (deuxième strate de culture) restait marginalisée et pratiquée à très petite échelle avec quelques sujets de différentes espèces destinées uniquement à la consommation familiale. La proportion des agriculteurs qui pratiquaient l'arboriculture ne dépassait pas 15%. Ces arbres - amandier, vigne, abricot et olivier - sont dispersés entre palmiers avec une densité faible (4 arbres/ha). Néanmoins, actuellement, l'arboriculture est pratiquée par 70% des exploitations, notamment les grandes exploitations, avec une densité plus forte (50 arbres/ha en moyenne). La majorité des arbres sont rustiques, adaptés aux conditions pédoclimatiques de la région, et, contrairement à la période antérieure au PNDA, la plantation se fait généralement dans des parcelles limitrophes des palmiers et rarement sous les palmiers, avec une conduite intensive dont le but essentiel est la commercialisation et l'amélioration du revenu des agriculteurs. (Ben Ziouche, 2006)

1.13.3. –Cultures maraîchères

* les cultures abritées dont le centre le plus actif est à Djamaa et qui produisent, entre octobre et mars, des tomates, des piments et des poivrons. Les tunnels sont installés dans les palmeraies et appartiennent souvent à des phoeniculteurs.

* Les cultures d'hiver de pleins champs se font en grand partie à M'rara ; on produit des fèves, de l'oignon et l'ail. Les régions de M'rara et Barkadjia sont devenues l'un des principaux bassins de production du pays. Quand l'eau est disponible, la campagne d'hiver est suivie par des cultures d'été, principalement de melons et pastèques. (Ben Ziouche, 2006)

1.13.4. –Cultures fourragères

L'importance et la progression des pratiquants de cette culture sont certainement à mettre en parallèle avec l'augmentation du nombre d'éleveurs nomades et de la forte demande

De bottes de luzerne à des prix très rémunérateurs par les « éleveurs urbains » (chèvres pour le lait) mais aussi avec la sensibilisation pour une utilisation plus rationnelle de l'eau. Les principaux fourrages cultivés dans cette région se limitent à la luzerne et à l'orge qui sont très résistants à la salinité. (*Ben Ziouche, 2006*)

1.13.5. - Élevage

L'élevage dans la région, reste caractérisé par la prédominance de très petits troupeaux de caprins de 2 à 8 têtes par éleveur en moyenne pour la production de lait, avec la présence de quelques têtes d'ovins (2 à 5 têtes) pour l'autoconsommation à l'occasion des fêtes. Cet élevage reste aussi caractérisé par des paramètres zootechniques très médiocres, particulièrement ceux relatifs à la prophylaxie. Cet élevage est, d'autre part, disséminé à travers les parcours sahariens ou mené, quelquefois en stabulation entravée. (*Ben Ziouche, 2006*)

1-14- faune :

L'avifaune aquatique de la dépression d'Oued Righ comme celle du Sahara algérien ont été très peu étudiées à ce jour en dépit de leur richesse et de l'intérêt que présente leur situation géographique sur les marges méridionales du Paléarctique occidental (*H. HEIM DE BALSAC et N. MAYAUD, 1962 ; J.P. LEDANT et al., 1981 ; P. ISENMANN et A. MOALI, 2000*). Les premières études écologiques de cette région furent initiées par les chercheurs de l'ex-laboratoire de recherche des zones humides de l'Université d'Annaba. Elles concluent au besoin urgent d'une actualisation des connaissances relatives à l'avifaune de cet important complexe (*E. BENSACI, 2011 ; E. BENSACI et al., 2011 ; M. HOUHAMDI et al., 2008*).

CHAPITRE 2 :

MATÉRIEL ET

MÉTHODES

2. - Matériel et méthodes

2.1. - Objectif

L'objectif de notre travail est la contribution à l'étude des variations de la qualité des eaux des zones humides de la région de l'Oued Righ afin de les protéger.

2.2. - Critères de choix des stations d'étude

L'Oued Righ constitue la zone la plus riche en zones humide dans le Sahara Algérien à savoir les marais salants, les lacs salés, les chotts, les canaux, les réseaux de drainage, etc.

Pour réalisation de notre travail nous avons choisi 16 sites dans le canal de l'Oued Righ qui sont : Tindla, Tindla avant, Tindla après, Drain agricole, Zaouia après, Zaouia 1, Zaouia 2, Zaouia avant, Drain Zaouia 2, Tegdidine, Tegdidine après, Tegdidine drain, Avant Tegdidine, Drain Tegdidine, Sidi Amrane, Sidi Amrane avant.

2.3. - Matériel d'étude

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisé les matériels suivants :

2.3.1. - Sur le terrain

- Un Bloc not : pour noter toutes les informations.
- Des flacons : pour importer les échantillons de l'eau.
- Un multi paramètre : pour mesurer la température, le pH, la conductivité électrique, salinité, oxydo-réducteur.
- GPS : pour déterminer les coordonnées géographiques.
- Une thermos : pour conserver les échantillons de l'eau.

2.3.2. – au laboratoire

- Verriers (Entonnoirs ; Bêchers de différent volume ; les éprouvettes ...etc.)
- Une étuve : pour séchage des échantillons.
- Une balance numérique : pour mesurer le poids des échantillons.
- Un spectrophotomètre à flamme : pour mesurer la concentration des cations
- Un réfrigérateur : pour conserver les échantillons.
- Four à moufle pour l'estimation de la teneur en sulfate.
- Les capsules en porcelaine.

2.4. - Démarche méthodologique

2.4.1. - Méthodologie de travail

Pour atteindre notre objectif nous avons opté la méthodologie suivante (Fig.06) : nous avons commencé par une prospection du terrain dont le but est le choix des stations d'étude et les sites de prélèvement d'eau. Les échantillons d'eau sont prélevés de 16 sites pour chaque station en mois de Février l'an 2020. Les échantillons d'eau ont été l'objet des

différentes analyses physiques et chimiques. Les résultats des analyses sont traités ensuite pour tirer des conclusions.

2.4.2. - Échantillonnage et prélèvement de l'eau analysée

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 sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matière en suspension, etc). (Rodier, 1996). Pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination, il est souhaitable d'utiliser des flacons en verre d'une contenance égale à 250 ml. (Merzoug, 2009).

La verrerie destinée aux prélèvements d'eau doit être munis d'un nettoyage avec un détergent puis rinçage avec l'eau propre (eau douce), puis un rinçage final avec l'eau distillée est ensuite stérilisé (Lightfoot, 2002 ; Guiraud, 1998 in Merzoug, 2009)

Les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement de l'échantillon. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermé hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (Gharsallah, 2005 in Merzoug, 2009).

Pour faciliter le travail de l'analyse et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, il convient d'étiqueter ou de numéroter les prélèvements. Chaque flacon doit être accompagné d'une fiche signalétique permettant de rassembler les renseignements utiles au laboratoire ainsi que les observations relevées au cours des opérations (Rodier, 1996).

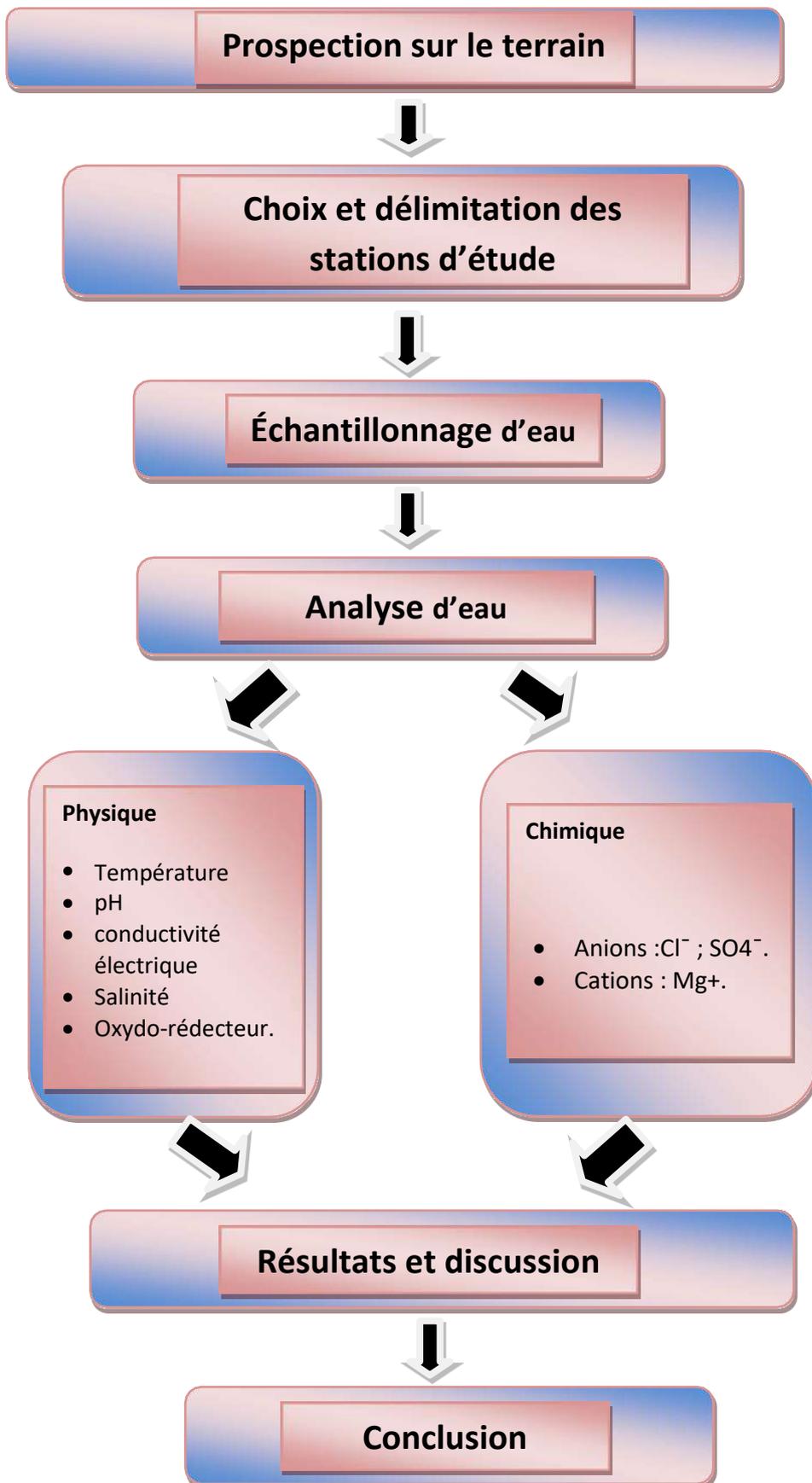


Figure 5: Méthodologie de travail

2.4.3. - Périodicité des analyses

La périodicité des analyses est fonction :

✓ De la population desservie ; plus celle-ci sera grande, plus la fréquence d'analyses sera accrue ;

✓ De la qualité de l'eau proprement dite, en particulier si celle-ci est soumise à des pollutions permanentes ou occasionnelles ;

✓ De choix des paramètres analytiques représentatifs de la pollution générale comme l'oxygène dissous, les matières en suspension, les germes de pollution fécale, etc.... ou d'une pollution particulière liée à des rejets (métaux toxique, produits organiques,...). (Rodier,1996)

2.4.4. - Nature et période du prélèvement

Nature du prélèvement	Périodes des prélèvements	Type d'analyses effectuées
Eau	12 Février 2020	Physico-chimique

La totalité de nos analyses physico-chimiques, ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'Algérienne des eaux (ADE).

2.4.5. - Localisation des sites de prélèvement

Pour chaque station, nous avons pris les coordonnées géographiques présentées dans le par un GPS.

Tableau 2: Coordonnées géographiques des stations d'études

2.4.6. - Méthode de prélèvement

Site	Les coordonnées géographiques			Remarque
	Latitude	Longitude	Altitude	
Tindla après	33°62'79,12	6°04'51,85	-24 ,18	
Tindla	33°62'76,77	6°04'49,60	-30,78	Irrigation eau usée
Tindla avant	33°61'45,52	6°02'79,87	-20,61	
Drain agricole	33°61'38,13	6°02'29,65	-24,93	Irrigation
Zaouia après	33°59'06 ,20	6°00'62,45	-21,07	
Zaouia 1	33°57'81,53	6°01'41,50	-15,27	Eau d'irrigation
Zaouia 2	33°57'83,15	6°01'40,35	-15,67	Eau usée
Zaouia avant	33°57'29,40	6°01'92,07	-34,07	
Drain Zaouia 2	33°54'40,21	6°02'08,35	-34,07	
Tegdidine	33°54'95,12	6°03'42,22	31,16	Eau usée + eau irrigation
Tegdidine après	33°55'00,20	6°03'39,80	-31,06	
Tegdidine drain	33°54'41,81	6°03'67,22	-22,96	Eau usée
Avant tegdidine	33°54'04,67	6°03'83,28	-22,86	
Drain tegdidine	33°54'38,28	6°03'25,36	-23,66	
Sidi amran	33°53'26,95	6°04'65,37	-28,76	Eau usée
Sidi amran avant	33°52'92,92	6°05'06,57	-15,35	

Le prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière ; qui s'adapte avec le type d'analyse procédé comme suivant. Pour les analyses physico-chimiques ; l'emploi des flocons de plastique d'un 1.5 Avant de procéder au prélèvement des échantillons des saumures, les bouteilles seront rincées 3 fois avec de l'eau distillé, puis elles sont rincées sur le terrain avec les saumures du chott, pour éviter toutes erreurs. Après le prélèvement des échantillons, les bouteilles sont fermées pour éviter l'évaporation et transportées au laboratoire dans une glacière.

2.5. -Analyses physico-chimiques

2.5.1. –Mesure au niveau du site

Pour chaque prélèvement d'échantillon, des mesures in site sont effectuées afin de déterminer certaines caractéristiques importantes et changeables comme : la température, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous. Ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu, elles peuvent disparaître ou se modifier au cours du stockage et de transport de l'échantillon au laboratoire (Rodier, 1996).

2.5.1.1. - Température (T. °C)

✓ Principe

La mesure de la température a été effectuée sur terrain. Il y a lieu de déterminer la température de l'air au même endroit et au même moment.

✓ Mode opératoire

La température a été mesurée au même moment et au même endroit que pour les Prélèvements d'eau à l'aide d'un thermomètre en respectant les précautions décrites par Rodier (1996) ; lors de la mesure de la température de l'air, nous avons évité le rayonnement solaire direct et la chaleur dégagée par l'opérateur. Le thermomètre est plongé à environ 15 cm de profondeur pendant 10 minutes.

2.5.1.2. - Potentiel hydrogène (pH)

✓ Principe

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ (Rodier, 1996).

✓ Mode opératoire

Le pH peut être déterminé par diverses méthodes d'analyses, telles que les indicateurs colorés, le papier-pH ou l'utilisation d'un pH-mètre (Rodier, 1996).

2.5.1.3. - Conductivité électrique (CE)

✓ Principe

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre ou une image cathodique (Rodier, 1996).

✓ Mode opération

D'une façon générale, opérer avec de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec l'eau permutée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau permutée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Opérer de préférence à la température de référence de 25 °C. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure. Faire varier la résistance du pont jusqu'à ce qu'il ne passe plus de courant dans l'appareil de zéro. Noter le chiffre R donné par le pont (Rodier, 1996).

2.5.1.4. - Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)

Les analyses des prélèvements présente un milieu réducteur caractérise la nappe de CI, car tous les Eh sont négatifs, ce phénomène dû probablement à la présence des bactéries réductrices.

2.5.2. - Mesures au laboratoire

2.5.2.1.- Salinité

La présence des sels dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. Enfin certaines sont essentiellement déterminées par la quantité des sels dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (Merzoug, 2009)

2.5.2.2. - Résidus secs (Rs)

La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles (Rodier, 1996).

Les valeurs peuvent être recoupées à partir de la mesure de la conductivité à 20°C (Rodier, 1996) par la formule suivante :

$$R_s = CE \times 0,758$$

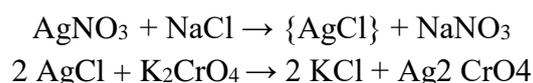
- Rs: Résidu sec.
- CE : Conductivité électrique à 20°C.
- 0,758 : Constant. (Rodier, 1996)

2.5.3. - Différents types de dosages

2.5.3.1. - Chlorure (Cl⁻)

✓ Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, la fin de réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (Rodier, 1996). La cause de changement de coloration est le début du précipité rouge d'Ag₂CrO₄, au moment où il précipite sous forme d'AgCl :



✓ Réactifs

- Solution de nitrate d'argent à 0.01 N.
- Solution de chlorure à 71 mg/l.
- Indicateur coloré K₂CO₄ à 10 %.

✓ Mode opératoire

La mesure des chlorures a été effectuée par la méthode volumétrique. À 5 ml d'eau à analyser, est ajouté 2 gouttes de K₂CO₄ (coloration jaunâtre), puis titrer avec AgNO₃ (Fluka) à 0.01 N à la coloration brunâtre (Rodier, 1996).

✓ Expression des résultats

$$F.G = V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}} / PE$$

V_{AgNO₃} : Volume d'Ag NO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon

N_{AgNO₃} : Normalité d'Ag NO₃

M_{Cl} : Masse des chlorures

F : Facteur de correction du titre d'Ag NO₃

PE : Prisse d'essai (Rodier, 1996)

2.5.3.2. - Sulfate (SO⁻²₄)

✓ Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de BaCl₂ (Rodier, 1996)
$$\text{BaCl}_2 + \text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2 \text{Cl}$$

✓ Matériel spécial

Spectrophotomètre d'absorption moléculaire (HACH, Odyssey DR/ 2500).

✓ Réactifs

- Solution mère de sulfate à 1 g/l à partir de NaSO₄ (RECTAPUR).
- Solution stabilisante : -Acide chlorhydrique (ORGANICS) 60 ml
- Éthanol (PROLABO) 200 ml
- Chlorure de sodium (PROLABO) 150 g
- Glycérol (PROLABO) 100 ml
- Eau distillée q.s.p1000 ml
- Solution de chlorure de baryum (PROLABO).

✓ Mode opératoire

La mesure des sulfates a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption moléculaire (HACH, Odyssey DR/ 2500). À 20 ml d'eau à analyser sont complété à 100 ml d'eau distillée, puis 5 ml de la solution stabilisante et 2 ml de chlorure de baryum (PROLABO), agité énergiquement pendant 1 mn, passer au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 420 nm (Rodier, 1996).

2.5.3.3. - Magnésium (Mg⁺⁺)

✓ Principe

Le magnésium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A., ce dosage se fait en présence de noir eriochrome. L'E.D.T.A. réagit tout d'abord avec les ions du magnésium libre, puis avec les ions magnésium combiné avec d'indicateur qui vire alors de la couleur violet à la couleur bleue (Rodier, 1996).

✓ Réactifs

- Solution d'E.D.T.A N/50.
- Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH₄OH) pH = 10,1.
- Noir eriochrome.

✓ Mode opératoire

À 50 ml d'eau à analyser, sont ajouté du 2 ml de NH₄OH à (10,1), puis noir eriochrome et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage «Bleu» puis notée «V₂». (Briki, 2010).

✓ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 50 ml la teneur en magnésium est égale à :

$$\mathbf{Mg \text{ (mg/l)} = V_2 \times 0,243 \times 1000 / 50.}$$

La dureté totale exprimée en CaCO_3 (mg/l), est égale à : $(V_1 + V_2) \times 1000 / 50$.

V_1 : volume du dosage du calcium.

V_2 : volume du dosage du magnésium. (Rodier, 1996).

CHAPITRE 3 :
RÉSULTATS ET
DISCUSSION

3. – Résultats et discussion

3.1. - Introduction

Les résultats d'analyses physiques et chimiques des eaux des sites étudiées de l'Oued Righ ont été l'objet d'un traitement graphique et statistique, dont le but d'interpréter ces résultats et comprendre le fonctionnement géochimique de ces écosystèmes aquatiques (les zones humides de l'Oued Righ) et de tirer les signes de dégradation de ces derniers (Tableau 03).

Tableau 2: Résultats des analyses physiques et chimiques des eaux des zones étudiées.

Station	T°	pH	CE (ms/cm)	Salinité (%)	Oxédo / réducteur	Résidu Sec (mg/l)	Mg ⁺⁺ (mg/l)	Sulfate (mg/l)	Chlorure (mg/l)
Tindla après	19	7,68	16,05	9,3	-26	12,17	2974	19880	4306
Tindla	21,3	7,65	17,66	10,5	-31	13,39	3888	29480	4707
Tindla avant	17,6	7,77	15,94	9,2	-29	12,08	5224	32060	4139
Drain agricole	17,8	7,98	16,75	9,8	-50	12,69	3037	38950	4437
Zaouia après	17,6	7,68	15,72	9,2	-38	11,91	2247	20760	4047
Zaouia 1	16,9	7,85	15,64	9	-39	11,85	5953	9360	3976
Zaouia 2	17	7,65	15,49	9	-35	11,74	729	13180	3734
Zaouia avant	16,3	7,88	15,89	9,3	-42	12,04	8019	18080	3997
Drain zaouia 1	17,7	7,85	11,65	6,7	-40	8,83	5404	20420	2875
Drain Zaouia 2	15,2	7,9	16,36	9,5	-42	12,40	8149	17220	4082
Tegdidine après	15,6	7,72	16,10	9,3	-35	12,20	6196	11380	4260
Tegdidine	15,6	7,55	16,25	9,4	-25	12,32	7593	21220	4295
Tegdidine drain	14,8	7,9	11,55	6,6	-42	8,75	2065	23260	2627
Avant tegdidine	16,1	7,7	16,02	9,3	-35	12,14	6983	22160	4139
Sidi amran	15,5	7,65	14,15	8,1	-29	10,73	5710	27860	3202
Sidi amran avant	15,4	7,65	16,66	9,8	-32	12,63	4495	22320	4260

3.2. - Paramètres physiques

3.2.1. - Température (T)

La température des eaux prélevées des 16 zones étudiées varie entre 14,8 °C et 21,3 °C (Figure 6), la variation de la température agira sans doute sur les réactions métaboliques qui se produisent dans les eaux des lacs, mais aussi la période de prélèvement de saumure joue un rôle important ; Globalement la température de l'eau des stations étudiées suite celle de l'air qui dépend du climat régional de type Saharienne. D'une façon générale, la température des eaux superficielles varie en fonction de la température de l'air.

La température étant un facteur très important pour la fonction des écosystèmes, pour les eaux superficielles elle est due aux influences atmosphériques et particulièrement les changements de la température de l'air.

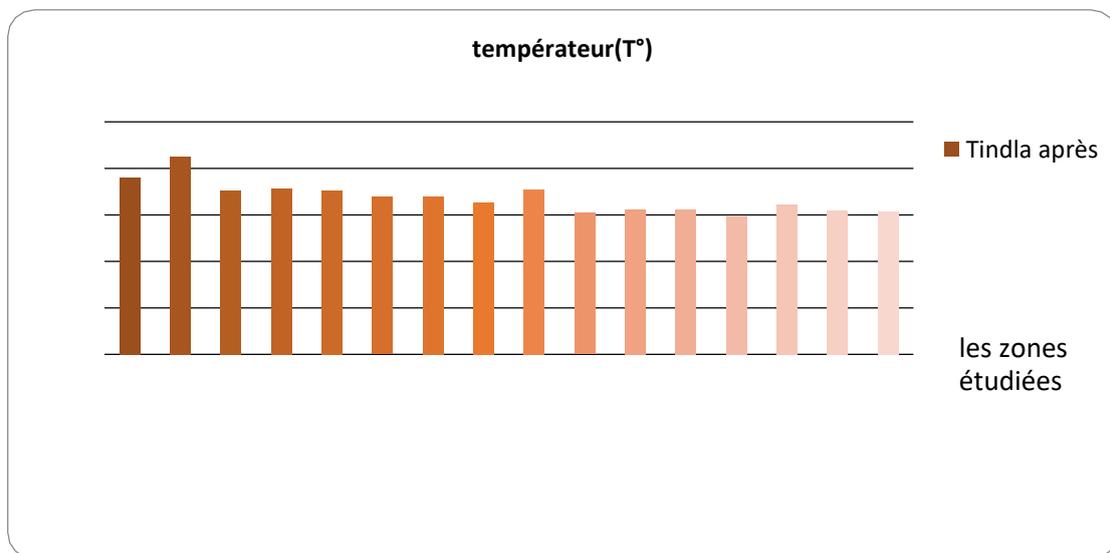


Figure 6: Variation de la température des eaux de zones étudiées

3.2.2. - Potentiel hydrogène (pH)

Le pH n'a pas de significative hygiénique, mais il représente une action dans la détermination de l'agressivité de l'eau vis à vis des métaux.

Le pH correspond à la concentration d'ions hydrogène, il mesure l'acidité ou la basicité d'une solution, les résultats d'analyses des eaux montrent qu'il existe une légère variation du pH d'une station à l'autre (Tableau 03). Les résultats des analyses sont représentés dans La figure 7, varient généralement entre 7,98 et 7,65 dans tous les zones étudiées qui montrant que tous les valeurs de pH sont dans l'intervalle de potabilité. Peut classés selon l'échelle comme des eaux à pH alcalins, Cette alcalinité peut être expliquée par la nature géologique des terrains, aussi elle peut être liée à la qualité des eaux usées et de drainage évacuées dans les lacs.

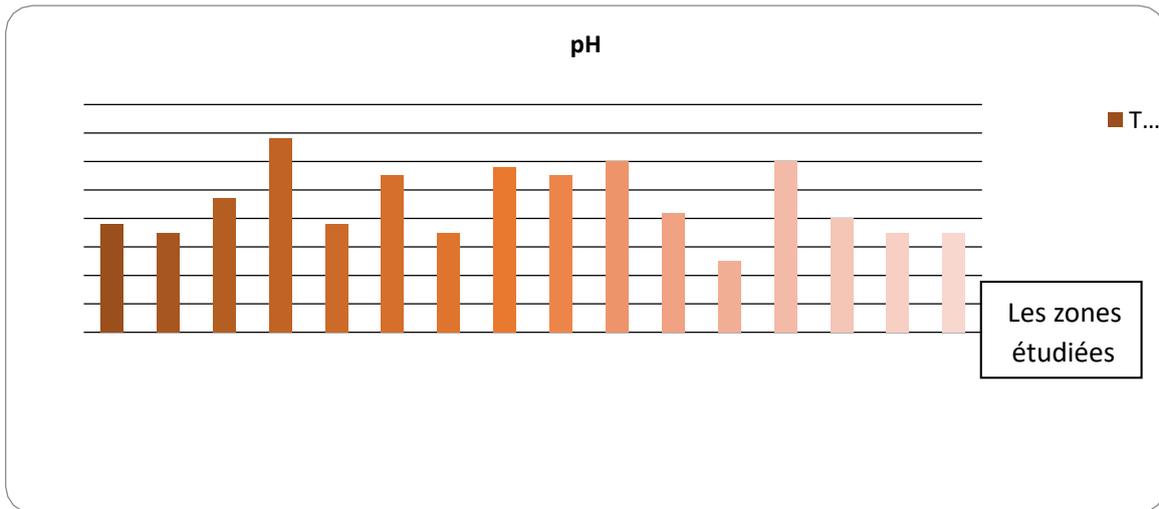


Figure 7: Variation du pH des eaux des zones étudiées

3.2.3. -Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale dans l'eau. La conductivité électrique augmente avec la teneur en sels dissous, elle augmente encore avec la mobilité des ions et avec la température. Cette teneur augmente donc quand des terrains en contacts avec l'eau sont chargés en sels en fonction de la durée de contact de la surface et parfois de la vitesse d'écoulement.

Pour nos échantillons les valeurs de la conductivité électrique présentés dans la figure 09 sont variés entre 17,66 mS /cm et 11,55mS/cm. L'augmentation de la CE due à l'accumulation des eaux de drainage agricole qui entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre des sels (bicarbonates, chlorures, sulfatés, calcium, sodium,...etc.), ainsi des eaux usées qui sont rejetées dans le canal. Aussi aux conditions climatiques où les hautes températures accentuent l'évaporation des eaux et par conséquent augmentent la concentration des sels solubles dans l'eau. Les eaux des lacs sont classées comme eaux fortement salées (Figure 8).

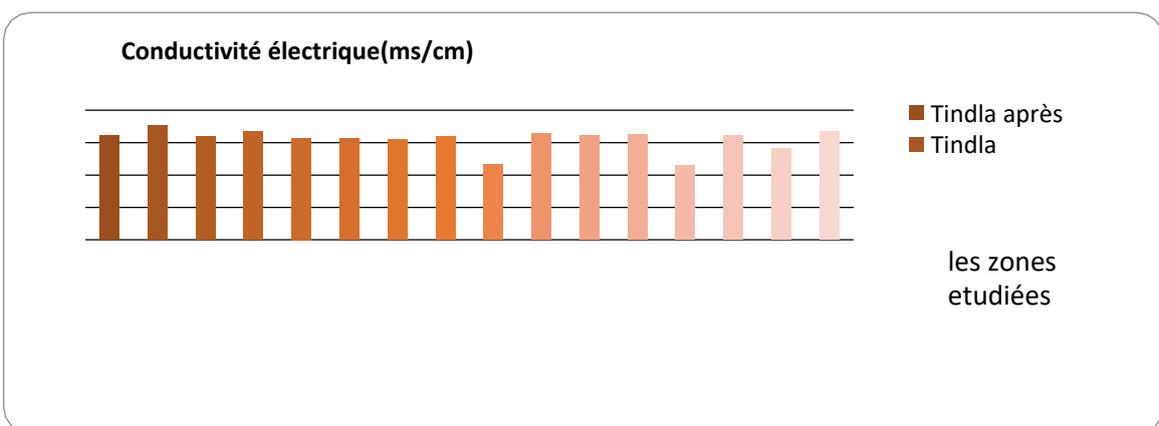


Figure 8: Variation de la conductivité électrique des eaux des lacs étudiés.

3.2.4. - Salinité

La salinité suit la conductivité électrique selon les résultats obtenus les valeurs de la salinité oscillent entre 10,5% et 6,6%, La teneur maximale de la salinité 10,5% enregistrée dans

station de Tindla (Figure 9), ce qui signifie une forte salinisation, cette salinité est visible par les dépôts de sels résultants de l'évaporation excessive des eaux.

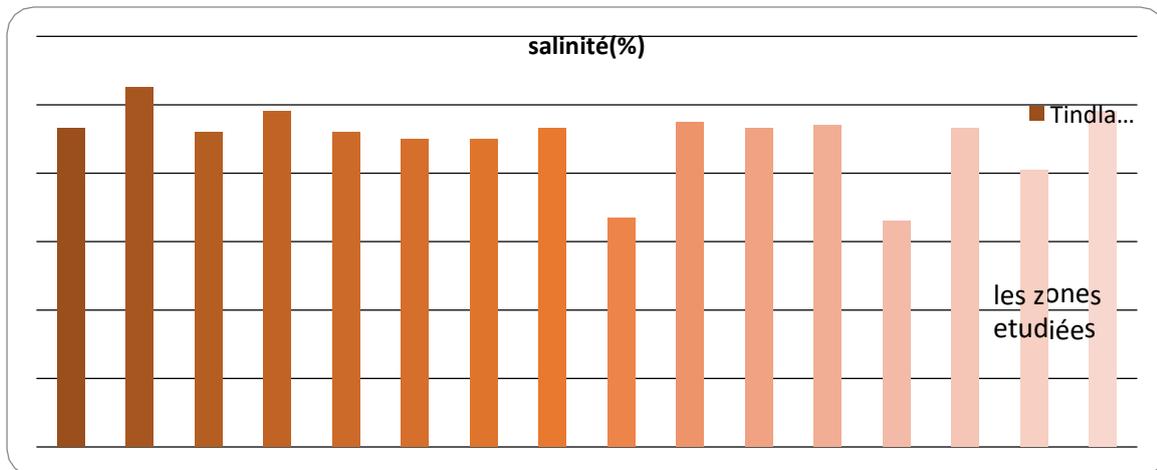


Figure 9: Variation de la salinité des eaux de zones étudiées

3.2.5. - Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)

Le potentiel d'oxydoréduction (Eh) est une mesure de la concentration des électrons en solution (en mV). L'Eh régnant dans le milieu de dépôt agit sur l'intensité de l'activité biologique, sur l'état d'oxydation de certains éléments (Fer, Mn...), et sur l'évolution de la matière organique :

$Eh > 0$: milieux oxydants en contacts avec l'air (milieux aériens, aquatiques superficielles ou agités).

$Eh < 0$: milieux réducteurs, à l'abri de l'air (milieux aquatiques calmes, eaux stratifiées, sols hydro morphes).

Les analyses des prélèvements présente un milieu réducteur caractérise tous les stations étudiées, car tous les(Eh) sont négatif (Figure 10), ce phénomène dû probablement à la présence des bactéries réductrices.

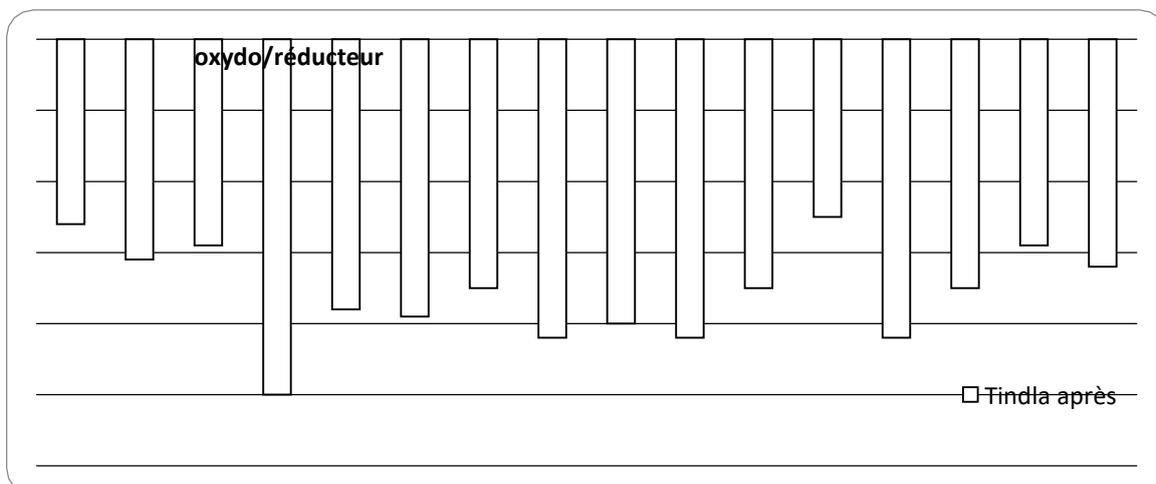


Figure 10: Variation du potentiel d'oxydo-réduction (Eh) des eaux des zones étudiées

3.3. - Paramètres chimiques

3.3.1. - Cations

3.3.1.1. - Magnésium (Mg^{++})

Second élément intervenant dans la dureté totale des eaux, Ces ions proviennent de la dissolution des roches magnésiennes du gypse et des minéraux ferromagnésiens et surtout de la mise en solution des dolomies et des calcaires dolomitiques. Donc les origines du magnésium sont comparables à celle du calcium.

Le magnésium prend aussi des teneurs élevées et dépassent les normes dans la majorité des sites étudiés, les valeurs des concentrations du magnésium sont présentés dans la figure 12 varie entre 8149 mg/l (la valeur maximale enregistré dans Drain Zaouia 2) et 729 mg/l. Le magnésium dans l'eau provient ; soit de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite), soit des formations salifères riche en magnésium « $MgSO_4$ ».

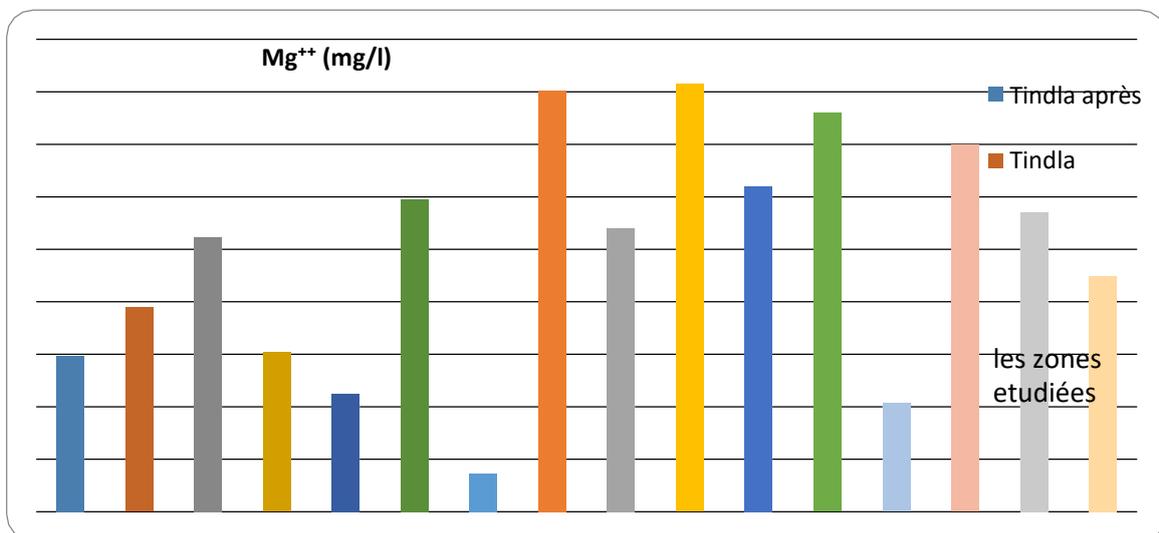


Figure 12: Variations des concentrations des magnésiums des eaux de zones étudiés.

3.3.2. - Anions

3.3.2.1. - Sulfates (SO_4^{--})

Les sulfates sont toujours présents dans l'eau naturelle, leur présence dans l'eau provient de :

- La dissolution des formations gypseuses.
- Légère solubilité de $CaCO_4$ avec des passées gypseuses.
- Des eaux usées industrielles.

D'après les résultats obtenus, les concentrations en sulfates des eaux des stations oscillent entre 38950 mg/l et 9360 mg/l (Figure 13), ce qui indique que les eaux analysées sont chargées en sulfates. La principale source naturelle des sulfates est la dégradation du gypse ($CaSO_4 \cdot H_2O$) et l'oxydation de soufre en sulfate par l'intermédiaire de l'air dans un milieu aquatique aussi que les eaux résiduaires et de drainage riche en sulfates). Les fortes concentrations sont enregistrées dans les eaux de station Drain agricole avec 38950 mg/l. Les

concentrations des sulfates observées dépassent les normes (500 mg/l). En effet, Les eaux de zones étudiées, renferment des concentrations élevées. Ceci montre l'importance des terrains gypsifères dans la concentration du canal par les sulfates.

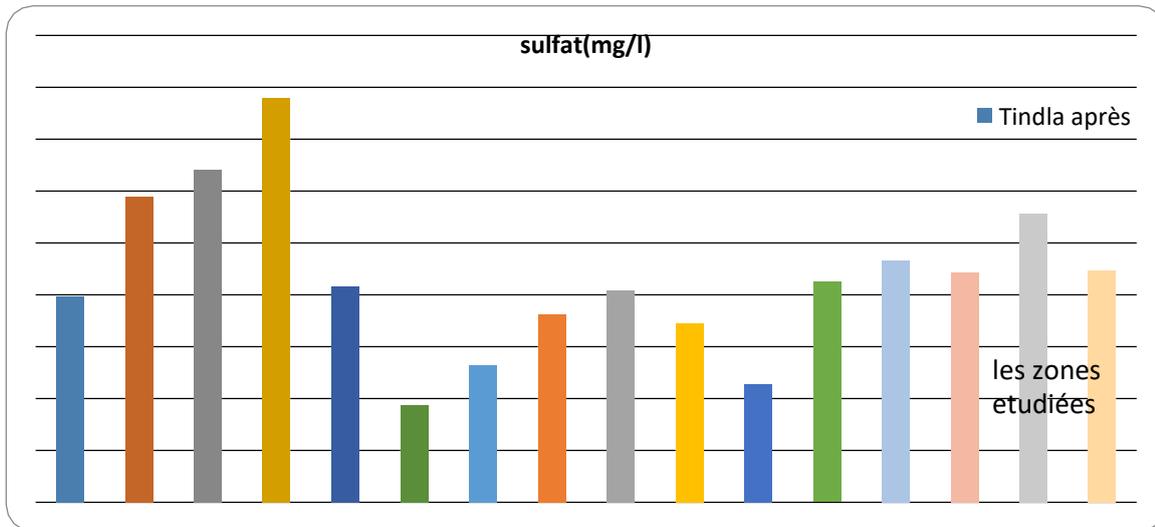


Figure 13: Variation des concentrations de Sulfate des eaux de zones étudiées

3.3.2.2. - Chlorures (Cl⁻)

L'origine de cet élément est liée principalement à la dissolution de l'Halite. Cet élément montre des amplitudes importantes dans les eaux de différentes stations étudiées avec des valeurs dépassant la norme (250 mg/l), la figure14 montre que les résultats obtenus des teneurs des eaux en chlorures varient entre 4707 mg/l et 2627 mg/l. La plus importante concentration est enregistrée dans les eaux de station Tindla avec 4707 mg/l. Les chlorures proviennent essentiellement de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salifères ; des rejets des eaux usées. C'est l'élément le plus dominant dans les anions.

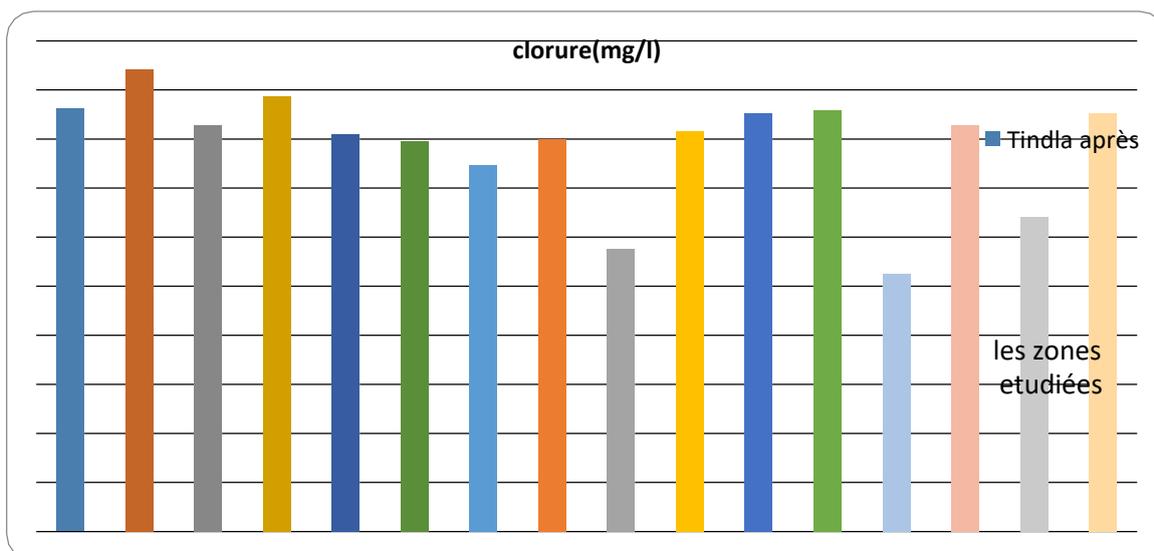


Figure 14: Variations des concentrations des Chlorures des eaux des zones étudiées

3.4. - Conclusion

D'après les résultats obtenus à partir des analyses chimiques des eaux des stations étudiées, on peut conclure que le chimisme des eaux est influencé par les conditions climatiques sévères. Tous les éléments majeurs dépassent largement les normes déterminant un faciès chloruré calcique pour toutes les eaux de la cuvette de différentes stations du canal d'Oued Righ et donnant une salinité très élevée qui rend ces eaux inconvenables pour l'irrigation.

CONCLUSION

GÉNÉRALE

Conclusion générale

Le canal oued Righ est considéré comme étant le poumon de la vallée, mais ces dernières années il souffre de différents problèmes qui l'empêchent de jouer son rôle pour lequel il a été conçu.

Le travail que nous avons réalisé dans la région d'Oued Righ Pour conclure ce travail, 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).

Notre études ont été effectuées dans le but de comprendre les propriétés physiques et chimiques des eaux de canal se fait par l'ensemble des analyses des paramètres physique (température, pH, CE, salinité et le Résidu sec.) et chimique (cations et les anions).

Les eaux de canal sont troubles, très salées ($\leq 10,5\%$), avec une conductivité électrique supérieure ($\leq 17,66$ ms/cm), le pH est généralement alcalin ($\leq 7,98$), Les eaux sont très chargées en sel solubles (chlorures (≤ 4707 mg/l), sulfates (≤ 38950), magnésium (≤ 8149 mg/l).)

L'étude effectuée a montré que la qualité des eaux de canal est influencée par des facteurs climatiques (les précipitations et l'évaporation élevés, et une forte température) et les effets anthropiques (utilisée comme exutoire pour évacuation des eaux usées et les eaux de drainage et les déchets urbaines et domestiques).

A l'inverse les facteurs anthropiques tel que la détérioration de la qualité des eaux de surface en raison du développement urbain et industriel. Les rejets des agglomérations ainsi que celles des usines sont souvent rejetés directement au niveau du canal et puis vers un écosystème vivant et des fois vers des lacs et des Sebkhass probablement trouvent dans des zones de percolation, donc la possibilité de contaminé les nappes peu profondes à ce moment il doit être apparition des phénomènes non désirables.

Dans cette région, il n'y a pas un problème de quantité mais plutôt de qualité. Le traitement des eaux pourrait améliorer la qualité chimique des eaux de la nappe libre superficielle pour une plus large utilisation. La cartographie de la vulnérabilité et des risques de pollution des eaux souterraines est une méthodologie qui permet de mieux assurer la gestion qualitative des ressources en eau en relation avec les diverses activités humaines.

Dans notre contexte, une meilleure gestion de l'eau pour protéger la vallée et faire face aux impacts futurs du changement climatique permet d'économiser l'eau et garantir le maintien de l'agriculture en périodes plus chaude.

La protection de ces écosystèmes sensibles contre la pollution est une nécessité pour sa préservation et sa durabilité. Les recommandations ci-dessous visent à élucider certains problèmes qui ont été observés, à préciser les incertitudes résultant de l'étude actuelle et à proposer des interventions en conséquence : Il faut :

- Face à la situation actuelle de ces zones humides, il est nécessaire de préparer un plan d'action urgent de sauvegarde et de reconquête de ces zones humides.
- Assurer une exploitation rationnelle et une gestion durable, dynamique et participative des zones humides (ressources naturelles).
- Renforcer la lutte contre les activités anthropiques destructrices des ressources biologiques.

- Assurer la conservation des écosystèmes et des espèces menacées et/ou d'importance marquée.
- Faire des publications et des annonces sur la protection ces zones humides contre la pollution.
- Assainir le terrain durant la période d'assèchement, puis le renouvellement du système d'alimentation du chott par la création de canaux d'évacuation à partir de la station d'épuration. Cette méthode très difficile avec les pouvoirs très limités, mais très intéressante pour conserver ces écosystèmes.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIES

1. **Beggar H., 2006.** *La biomasse phoeniciocole, un savoir-faire locale à promouvoir (Cac de la région de l'Oued Righ)*. Mém. Ing., Univ. Ouargla, 126p.
2. **BenHamida R .etTalbi E., 2004.** *Bilan hydrique de la vallée de l'Oued Righ* .Mém. Ing. en Hydraulique. Uni. Ouargla, 96p.
3. **Bensaci, E., 2007.** *Détermination de la qualité des eaux de surface de la région des hautes plaines de l'Est : Cas du barrage de Koulechov Medaour (Timgad Wilaya de Batna) et la retenue collinaire d'Ourkis (Wilaya d'Oum El-Bouaghi)*. Thèse Magister. Univ. Oum El-Bouaghi. 143p.
4. **Berguiga N et Bedoui R., 2012.** *Contribution à l'étude phytoédaphique des zones humides de l'Oued Righ*. Mém. Ing. Bio., Univ. Ouargla, pp 8-17.
5. **Bouchlaghem S., 2014.** *Suivi de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau du lac temacine (region de touggourt)*. Univ. El Tarf : HAFI, p.147.
6. **Boutaleb A., 2010.** *Contribution à l'étude de l'impact de l'aménagement hydro-agricole sur la dégradation de l'environnement hydro-édaphique à Oued Righ*. Mém. Ing. Bio, Univ. Ouargla, 76p.
7. **Bouznad I., 2009.** *Ressources en eau et Essai de la gestion intégrée dans la vallée Sud d'Oued Righ (W. Ouargla) (Sahara septentrional algérien)*. Thèse Mag. Hydrogéol., Univ. Annaba ; 128p.
8. **Cote M., 2002.** *Méditerranée, revue géographique des pays méditerranés*. CNRS. Cote d'Asur. 17p.
9. **Debbekh A., 2012.** *Qualité et dynamique des eaux des systèmes lacustres en amont de l'Oued Righ*. Mém. Mag. Hydr., Univ. Ouargla, pp16-75.
10. **Dubost D., 1991.** *Ecologie, aménagement des oasis algérienne*. Thèse Doct. Géog., Univ. Tours, 548p.
11. **Halis Y, Benhaddya M. L, et al., 2012.** *Diversity of Halophyte Desert Vegetation of the Different Saline Habitats in the Valley of OuedRigh, Low Sahara Basin, Algeria*. CRSTRA, Biskra, pp1-2.
12. **Hammouda N. , 2013.** *Contribution à l'étude de l'effet de l'action anthropique sur les zones humides du Sud-est du Sahara (Cas de l'Oued Righ) (Doctoral dissertation)*.
13. **Lembarek M., 2008.** *Étude hydraulique du canal Oued Righ*. Mémoire de Magister Hydraulique Univ. Ouargla, pp35-42.

14. **Medjani F., 2016.** Variation des paramètres physicochimiques des eaux des sebkhas de la région Ouargla-Touggourt (sud-est algérien). Thèse Doct., Sci. Terre. Univ. Annaba.
15. **Merzoug D., Khiari A., Aït Boughrous A., Boutin C., 2010.** Hydroécologie Appliquée, 17 : 77–97.
16. **Mokhtari, S., Helimi, S., Mihoub, A., 2016.** l'Oued Righ au déferent du changement climatique quel effet sur les besoins en eau du palmier dattier. *Revue agriculture*. n°1, p.198-204.
17. **O.N.M. ,2012.** Office National de la Météorologie, Synthèse de données climatiques.
18. **Ozenda P., 1983.** *Flore du Sahara*. Ed. CNRS, Paris, 39p.
19. **Ramsar, 1994.** Liste disponible sur le site Internet de la conservation de RAMSAR à l'adresse suivant : http://www.ramsar.org/key_ris_type.htm
20. **Ramsar, 2012** : Fiche descriptive sur les zones humides.
21. **Reggam, A. Bouchlaghem, H. Houhamdi, M. 2015.** Qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Seybousse (Nord-est de l'Algérie) : caractérisation et analyse en composantes principales. *Revue JMES*. n°6, P. 1417-1425.
22. **Rodier J, Bazin C, Broutin J-P, et al., 1996.** *L'Analyse de l'eau - eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. 8^e éd.,: Ed. Dunod, Paris
23. **Rodier J., 1996.** *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer*. 7e Ed. Dunod, Paris
24. **Serrai O., 2009.** La dégradation de l'Oued Righ et son impact sur les oasis périphériques. Mém.Mag.Hydr.,Univ. Ouargla, pp2-75.
25. **Google Earth, 2012.**

ANNEXE

Tableau 1 : Classifications des eaux d'après leur pH (Agrigon, 2000 ; Hakmi, 2002)

pH < 5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface.
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH > 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Tableau 2 : Classifications des eaux d'après leur conductivité (Agrigon, 2000 ; Hakmi, 2002).

X ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Types d'eaux
0.005	Eau déminéralisée
10 < X < 80	Eau de pluie
30 < X < 100	Eau peu minéralisée, domaine granitique
300 < X < 500	Eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées (karst)
500 < X < 1000	Eau très minéralisée
1000 < X < 3000	Eau très minéralisée, saumâtre ou saline
X > 3000	Eau de mer

Tableau 3 : Indications sur la relation entre la minéralisation et la conductivité. (Rodier, 1996) :

Conductivité < 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$	minéralisation très faible.
100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ < Conductivité < 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$	minéralisation très faible.
200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ < Conductivité < 333 $\mu\text{s}/\text{cm}$	minéralisation moyenne.
333 $\mu\text{s}/\text{cm}$ < Conductivité < 666 $\mu\text{s}/\text{cm}$	minéralisation moyenne accentuée.
666 $\mu\text{s}/\text{cm}$ < Conductivité < 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	minéralisation importante.
Conductivité > 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	Minéralisation élevée.

Tableau 4 : Classification des eaux d'après leurs le Résidu sec (Hafouda, 2005)

Résidus secs en (g /l)	Différentes types d'eau de
RS<0.5	Eau douce
0.5<RS<4.5	Eau très faiblement salée
4.5<RS<10	Eau faiblement salée
10<RS<25	Eau moyennement salée
25<RS<45	Eau fortement salée
45<RS<100	Eau très fortement salée
RS>100	Eau excessivement salée

Tableau 5 : Altération de SEQ-Eau et paramètres associées (SEQ cours d'eau ,1990)

Altérations	Paramètres	Effets
Matières organiques et oxydables	O ₂ d, %O ₂ , DBO ₅ , DCO, Carbone organique, THM potentiel, NH ₄ ⁺ , NKJ.	Consomment l'oxygène de l'eau.
Matières azotées hors nitrates	NH ₄ ⁺ , NKJ, NO ₂ ⁻ .	Contribuent à la prolifération d'algues et peuvent être toxiques (NO ₂ ⁻).
Nitrates	NO ₃ ⁻ .	Gène la production d'eau potable.
Matières phosphorées	PO ₄ ³⁻ , Ptotal	Provoquent les proliférations d'algues.
Effets des proliférations végétales	Chlorophylle a + phéopigments, algues, %O ₂ et pH, DO ₂ .	Troublent l'eau et font varier l'oxygène et l'acidité. Gênent la production d'eau potable.
Particules en suspension	MES, Turbidité, Transparence SECCHI.	Troublent l'eau et gênent la pénétration de la lumière.
Température	Température.	Trop élevée, elle perturbe la vie des poissons.
Acidification	pH, Aluminium (dissous)	Perturbe la vie aquatique.
Minéralisation	Conductivité, Résidu sec à 105°C, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , TAC, Dureté.	Modifie la salinité de l'eau.
Couleur	Couleur	Gênent la production d'eau potable et la baignade.
Micro-organismes	Coliformes thermotolérants, Coliformes totaux, Escherichia Coli, Entérocoques ou streptocoques fécaux.	Sont toxiques pour les êtres vivants et les poissons en particulier. Gênent la production d'eau potable.
Micropolluants minéraux	Antimoine, Arsenic, Baryum, Bore, Cadmium, Chrome total, Cuivre, Cyanures libres, Etain, Mercure, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc.	
Pesticides	Atrazine, Simazine, Lindane, Diuron...	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Anthracène, Benzo(a)pyrène, Fluoranthène, ...	
Polychlorobiphényles (PCB)	PCB 28, PCB 52, PCB 77, ...	
Micropolluants organiques	Benzène, Chloroforme, Pentachlorophénol,	

Tableau 6 : Normes de qualité de base pour les eaux de surface ordinaires (Villers *et al.*, 2005)

Paramètres	Unités	Valeur
pH		6 à 9
Accroissement de t° après mélange	°C	3
Température	°C	25
Oxygène dissous	% saturation	50
D.B.O	mg/l	6
Azote ammoniacal N-NH ₄ ⁺	mg/l N	2
Phosphore total	mg/l P	1
Chlorures	mg/l Cl	250
Sulfates	mg/l SO ₄	150
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	ng/l (total)	100
<i>fluoranthène</i>		
<i>benzo(b)fluoranthène</i>		
<i>benzo(k)fluoranthène</i>		
<i>benzo(a)pyrène</i>		
<i>benzo(ghi)perylène</i>		
<i>indéno(1,2,3,c,d)pyrène</i>		
Chlorophénols	ng/l (par substance)	100
Substances tensioactives anioniques	mg/l	0,5
Substances tensioactives non-ioniques	mg/l	0,5
Pesticides organochlorés		
Pesticides organochlorés totaux	ng/l	30
Pesticides organochlorés par substance	ng/l	10

Tableau 7 : Normes Algériennes des paramètres physico-chimiques pour l'eau minérale naturelle et l'eau de source. (Arrêté du 26 juillet 2000, JO RADP n° 51/00)

Paramètre	Teneur	Unité
Température	25	°C
pH	6.5-8.5	-
Conductivité électrique	2800	mg/l
Résidu Sec (110 °C)	2000	mg/l
Calcium	75-200	mg/l
Magnésium	150	mg/l
Sodium	200	mg/l
Potassium	20	mg/l
Chlorures	200-500	mg/l
Sulfates	200-400	mg/l
Bicarbonates	-	-

المخلص: المساهمة في دراسة تأثير التغيرات الفيزيائية والكيميائية على مجمع وادي ريفغ الإيكولوجي على البيئة.

تضم منطقة وادي ريفغ العديد من الأراضي الرطبة التي لها أهمية دولية وتشكل بيئات خاصة جداً. وهي تلعب دوراً إيكولوجياً وهيدرولوجياً واقتصادياً بالغ الأهمية بالنسبة للجهات الفاعلة المحلية وغالباً ما تعاني هذه الأراضي الرطبة المنخفضة من تدهور عام، بسبب تدهور هذه الموارد، ولا سيما المياه. تتميز هذه المنطقة بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض منسوب الأمطار والرطوبة والرياح المتكررة. هذه الظروف تؤثر بشكل مباشر على تبخر الماء. الهدف من هذا العمل هو دراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه جزء من القناة الرئيسية من وادي ريفغ، وتحديد العوامل المسؤولة عن تغيير كيميائها. تحليل المياه للمواقع التي تمت دراستها تصل إلى أن المياه عكرة، ومالحة جداً مع الموصلية الكهربائية العالية، والرقم الهيدروجيني عموماً أساسي. المياه محملة جداً بالأملاح القابلة للذوبان، مع شحنة كلوريد الصوديوم. القناة متدهورة وملوثة نتيجة لعمل بشري دون إهمال آثار التغيرات المناخية التي تؤثر بشكل مباشر على المياه والتربة والغطاء النباتي والحياة البرية. وتحقيقاً

لهذه الغاية فإن حماية هذا النظام الإيكولوجي الحساس ضرورة للحفاظ عليه واستدامته

الكلمات المفتاحية: الأراضي الرطبة، وادي ريفغ، ونوعية المياه، الصحراء

Résumé : Contribution à l'étude de l'impact de variabilité physicochimique des eaux de l'éco-complexe de l'Oued Righ sur l'environnement.

La vallée d'Oued Righ renferme plusieurs zones humides d'importance internationale. Ces écosystèmes constituent des milieux très particuliers. Elles jouent un rôle écologique, hydrologique et économique très important pour les acteurs locaux. Ces zones humides de faible extension connaissent souvent une dégradation générale, liée en particulier à la détérioration de leurs ressources notamment l'eau. Cette région caractérisée par une température importante, un apport des pluies et humidité faibles et des vents fréquents. Ces conditions influent directement sur l'évaporation des eaux. L'objectif de ce travail est d'étudier la qualité physico-chimique des eaux d'une partie de canal principal d'Oued Righ, et de déterminer les facteurs responsables de changement de leur chimisme. Les analyses des eaux des sites étudiées montrent qu'elles sont des eaux troubles, très salées avec une conductivité électrique élevée, et pH est généralement alcalin. Les eaux sont très chargées en sels solubles, avec un faciès chloruré sodique.

Le canal est affecté par une pollution suite à l'action anthropique sans négliger les effets climatiques, qui influent directement sur l'eau, le sol, la végétation et la faune. À cet effet, la protection de ces écosystèmes sensibles est une nécessité pour sa préservation et sa durabilité.
Mots clés : zones humides, Oued Righ, qualité d'eau, Sahara.

Abstract: Contribution to the study of the impact of physico-chemical variability of the waters of Oued Righ eco complex on the environment.

Oued Righ Valley contains several wetlands of international importance that characterized by very special environments. They play an ecological, hydrological and economic role very important for local actors. These wetlands are subject of degradation, particularly due to the deterioration of these resources, especially water. This region is characterized by high temperatures, low rainfall and humidity and frequent winds. These conditions directly affect the evaporation of the water. The objective of this work is to study the physical-chemical quality of the waters of a main channel part of Oued Righ, and to determine the factors responsible for changing their chemistry. Water analyses of the sites studied amount to blurred waters, very salty with high electrical conductivity, and pH is generally alkaline. The waters are very loaded with soluble salts, with a sodium chlorinated facies. The canal is degraded and polluted a result of anthropogenic action without neglecting the climatic effects, which directly affect water, soil, vegetation and wildlife. The protection of this sensitive ecosystem is a necessity for its preservation and sustainability.

Keywords: wetlands, Oued Righ, water quality, Sahara.