



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**



**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

Université ABBES LAGHROUR -KHENCHELA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Écologie et Environnement

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

Filière : Écologie et Environnement

Option : protection des écosystèmes

Thème

*Etude de la qualité physicochimique et
microbiologique des eaux de la sebkhia d'Ouled
Amara, ville d'ElMahmel-Khenchela*

Présenté et soutenu par :

Fateh Meftah

Aymen bersali

Jury d'évaluation

Président	Badis zakaria	MCA	Univ.abbes laghrour
Examineur	Takouachet redouane	MCB	Univ.abbes laghrour
Encadreur	Sedrati abdennour	MCB	Univ.abbes laghrour

Promotion : 2019-2020

REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout ALLAH tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'étude et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Nous sommes ravis d'étendre nos sincères remerciements à l'égard de notre encadreur, Monsieur Sedrati AbdAenour, pour sa confiance, ses remarques ses conseils, sa disponibilité, qui n'a ménagé aucun effort pour la bonne réussite de ce travail.

Nous exprimons, aussi, toutes nos gratitudes aux membres du jury de la commission de suivi de ce travail notamment, Monsieur BADIS ZAKARIA et Monsieur LARBAA RABAH A tous nos enseignants qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en Signe de notre profond respect.

Nous remercions aussi toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à ce travail.

Dédicace

*Au nom du dieu le clément et le miséricordieux
louange à ALLAH le tout puissant.*

*Je dédie ce modeste travail en signe de
respect*

Reconnaissance et de remerciement

A mes chers parents,

A mon cher frère chaaben

A mes chères sœurs

A la mémoire de mes grands-parents

A toutes mes chères amies

T.Hamza ,D.Khîr Eddîn ,k.Taky eddîn, B.aymen

,S.yahya

L.abd elhakîm

A tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce

modeste travail et

tous ceux qui nous sont chers.

fateh

Dédicaces

Avec l'aide et la protection d'ALLAH

S'est réalisé ce travail.

Nous dédions ce travail à :

*Nos trop chers parents qui nous ont toujours
apportés*

L'amour et l'affection

Toute les familles bersali et meftah

Nos amis M. fateh, B. Chaïma et S. nazira

D.djihane et B.idriss

Nos camarades de promo d'écologie

Et tous les amis

Aymen

Liste des abréviations

Abréviation	TITRE
DCA	Délégation Communale de l'Agriculture
DGF	Direction générale des forêts
DSA	Direction statistiques agricoles
EPA	Eau Peptone Alcaline
GNAB	Gélose Nutritive Alcaline Biliée
HK	Gélose Hektoen
PAW	Plan d'aménagement de la wilaya
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
RGA	Recensement général de l'agriculture
SFB	Bouillon Au Sélénite
TGEA	Gélose glucosée Tryptonée à l'extrait de levure
UICN	l'Union Internationale de la Conservation de la Nature
WWF	World wildlife fund

Liste des tableaux

Tab n°

Tab 01 Répartition de la population résidente au RGPH DE 2019 d'El Mahmel

Tab 02 Evolution de la population au cours des quatre derniers recensements

Tab 03 Répartition des exploitations agricoles dans le secteur d'étude Sebkh

Tab 04 la production végétale

Tab 05 Estimation des rendements de la campagne 2005/2006

Tab 06 Répartition du cheptel à travers la commune

Liste des figures

Figure n°

- 01 Avant l'assèchement de Sebkhet El Mahmel (2018)
- 02 Assèchement de Sebkhet El Mahmel (2018)
- 03 Pollution de Sebkhet El Mahmel par les rejets solides (2018)
- 04 Pollution de Sebkhet El Mahmel par les rejets liquides (2018)
- 05 Photo de pollution de Sebkhet El Mahmel
- 06 Carte de situation géographique et administrative de la zone d'étude
- 07 Principaux unités morphologiques de la région d'El Mahmel.
- 08 Les principales classes topographiques de la commune d'El Mahmel
- 09 Profil topographique (N-S) à travers la commune d'El Mahmel
- 10 carte géologique de la zone d'étude
- 11 Carte des pentes de la commune d'El Mahmel
- 12 Les sols salés de la région de Sebkha
- 13 L'élevage dans la zone d'Sebkha
- 14 Précipitation moyenne mensuelle de Khenchela (1998-2018)
- 15 Précipitation moyenne annuelle de Khenchela (1998-2018)
- 16 Courbe de variation des températures mensuelles moyennes (1998-2018)
- 17 Température moyenne annuelle de khenchela (1 998-2018)
- 18 Diagramme ombrothermique de Gaussen (Station d'El Hamma 1998-2018)

- 19 Diagramme des moyennes mensuelles d'humidité de la période (1998 -2018)
- 20 Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (1998-2018)
- 21 Diagramme des moyennes des vitesses des vents de la période (1998-2018)
- 22 Conductimètre
- 23 Le spectrophotomètre UV-Visible
- 24 les étalons mesurés par le spectrophotomètre
- 25 Le dosage titrimétries
- 26 Diagramme de Piper
- 27 Diagramme de Schoëller et Berkaloff

Sommaire

I.1. Généralité sur les eaux dans la région	3
I.1.1. Introduction	3
I.1.2. Sécheresse et pénurie en eau	3
I.1.3. Pollution de l'eau	4
I.1.4. Les principaux polluants des eaux	6
I.1.4.1. Classification alternative (la concentration) :	6
I.1.4.2. Les nitrates et phosphores :	7
I.1.5. Les principales sources de la pollution de l'eau	7
I.1.5.1. La pollution d'origine domestique et urbaine :	7
I.1.5.2. La pollution d'origine agricole :	7
I.1.5.3. La pollution d'origine industrielle :	7
I.1.6. La pollution des eaux en Algérie	8
I.2. Généralités sur les zones humides	10
I.2.1. Définition d'une zone humide	10
I.2.1.1. Définition des zones humides d'après la convention de RAMSAR :	11
I.2.1.2. Convention de RAMSAR :	11
I.2.2. Classification des zones humides	12
I.2.2.1. La classification des zones humides en Algérie :	12
I.2.3. Les zones humides en Algérie	13
I.2.4. Les problèmes des zones humides en Algérie	13
I.2.5. La stratégie audacieuse de l'Algérie pour conserver ses zones humides	14
II.1. Situation générale (Géographie et Démographie)	15
II.1.1. Sur le plan géographique	15
II.1.2. Sur le plan administratif	16
II.1.3. Sur le plan démographique	17
II.2. Situation géologique	18
II.2.1. Les unités morphologiques	18
II.2.2. Les plaines	19
II.2.3. Les montagnes	20
II.2.4. Les pentes	21
II.2.5. Les sols salins	22
II.4. Situation agricole	23

II.4.1. Répartition des terres de la commune	23
II.4.2. Répartition des exploitations agricoles et emploi généré	24
II.4.3. La production végétale	24
II.4.4.L'élevage	26
II.5. Cadre hydro-climatique de la zone d'étude	27
II.5.1. La pluviométrie	28
II.5.2. Les données climatiques	28
II.5.2.1. Les précipitations	28
II.5.2.2 Les Températures	30
II.5.2.3. Diagramme ombre thermique	31
II.5.2.4.L'humidité	31
II.5.2.5. L'Evaporation	32
II.5.2.6.Le Vent	33
II.6. Cadre socio-économique	34
II.6.1. Les activités économiques qui existent dans la région	34
II.6.1.1.Pollution par les rejets solides et liquides	34
II.6.1.2.La chasse et le braconnage	34
II.6.1.3.Exploitation croissante des ressources hydriques	34
III.2. Matériels	37
III.2.1. In situ :	37
III.2.2.en laboratoire	37
III.2.3. Prélèvement de l'eau :	37
III.3. Mesure physico-chimique in situ	39
III.3.1.Mesure physique :	39
III.3.2.Mesure de la température T (°C) :	39
III.3.3.Mesure de potentiel d'hydrogène (pH) :	39
III.3.4.Mesure de la conductivité électrique (CE) :	40
III.3.5.Mesure du Total des Solides Dissous(TDS) et la salinité (SAL) TDS	40
III.3.6. Analyses chimiques au laboratoire (Dosage des ions majeurs)	41
III.3.6.1.Analyse par spectrophotométrie UV-Visible (PC Multi Direct)	41
III.3.6.2.Détermination des nitrites (NO ₂ -)	43
III.3.6.3.Détermination du nitrate (NO ₃ -) (Méthode au Salicylate de Sodium)	43
III.3.6.4.Détermination des sulfates (SO ₄ ²⁻)	43

III.3.6.5.La spectrophotométrie à Flamme :	44
III.3.6.6.La méthode titrimétrie :	46
III.3.6.7..Détermination des chlorures Cl ⁻ (Méthode de MOHR)	46
III.3.6.8.Détermination th et TAC (Méthode de MOHR)	47
III.3.6.9.Détermination du Ca ²⁺ (Méthode Rodier 8ème ED 2005)	48
III.4. Analyse microbiologique	48
III.4.1.Dénombrement des germes totaux	48
III.4.2. Recherche des coliformes totaux	49
III.4.3. Recherche des Streptocoques fécaux	49
III.4.4. Dénombrement des Clostridium sulfite réducteurs	50
III.5. Méthodes utilisés pour l'analyse des résultats	50
III.5.1. Diagramme de Piper	50
III.5.2.Diagramme de Schoëller et Berkaloff	51
Conclusion	53
Références bibliographiques	
Résumé	

Introduction

L'eau, une matière qu'on en parle souvent, malheureusement notre région est située dans un étage climatique pauvre en ressource en eau. Donc cela nous mènera à protéger et surveiller attentivement les rares sources d'eau à notre possession.

Les zones humides se caractérisent par la présence en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface, de transition entre milieux terrestres et milieux aquatiques proprement dits, elles se distinguent par des sols hydro morphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année. Enfin elles nourrissent et/ou abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces.

Les zones humides constituants des complexes écologiques , parmi les zones humides des hautes plaines ,la zone d'étude fait partie de complexe écologique de l'Est Algérien ,et la zone humide de SebketElMahmel se situe a une dizaine de kilomètre de la wilaya de Khenchela ,et a 3 kilomètre vers l'Est de la commune d'El Mahmel cette plaine s'étale sur une superficie de 371km², Caractérisée par un climat semi-aride.

La zone humide de SebketEl Mahmel (Wilaya de Khenchela) couvrant d'environ 1.290 hectares, un lac salé allongé et connu (sebkhetOuled Amara)

Les principaux facteurs de menaces de zones humides sont les assèchements, le plus souvent au profit de pratiques agricoles, les pollutions : rejets des eaux usées (domestiques et industrielles), résidus de pesticides et autres

La pollution est l'un des plus graves problèmes auxquelles est confronté notre monde moderne. L'écosystème aquatique est de plus en plus menacé par différentes sources de pollution qui risquent de diminuer ses potentialités économiques et d'avoir des répercussions néfastes sur la santé humaine. Elle reste l'une des principaux facteurs de transmission des maladies et de ladégradation de l'environnement

Dans ce contexte cette étude a pour objectif de faire une caractérisation physico - chimique et biologique des eaux superficielles et souterraines et d'étudier l'influence de la pollution des eaux de la sebkha sur les eaux souterraines.

Ce mémoire est constitué de 4 chapitres :

Introduction générale

Chapitre N01 : pour l'étude bibliographique soulignant quelques concepts généraux de la pollution de l'eau, de notion sur les Sebkhass et les menaces qui subit les zones humides.

Chapitre N02 : Présentation de la zone d'étude caractéristiques géologiques, hydrologiques, caractéristique climatologiques et activité agricole.

Chapitre N03 : pour le matériel et méthodes, une description détaillée de tous les protocoles de l'échantillonnage des eaux et de toutes les méthodes d'analyses effectuées.

Enfinement ce travail complété par une conclusion générale qui intègre l'essentiel des résultats obtenus dans le cadre de cette recherche.

Chapitre 1 :
Encrage bibliographique

I.1. Généralité sur les eaux dans la région

I.1.1. Introduction

La région de Sebkhia Oued Amara est connue depuis le passé par sa biodiversité importante et l'activité agricole qui la caractérise. Le changement climatique et l'activité anthropique ont des effets remarquables sur la région soit sur la biodiversité ou la pression qui subit le lac salé et la nappe d'eau.

I.1.2. Sécheresse et pénurie en eau

La sécheresse se définit comme un déficit en précipitations s'étendant sur de longues périodes, et menant à une pénurie en eau pour un ou différents secteurs d'activités. Techniquement, elle peut être identifiée par un écart aux conditions historiques moyennes de précipitation et/ou de température menant à la diminution du contenu en eau des sols. En plus d'une diminution des précipitations, une hausse de la température assèche les sols en augmentant à la fois leur évaporation de surface et la quantité d'eau qui leur est soutirée par les végétaux (ce qui correspond à l'évapotranspiration). Ainsi, une sécheresse pourrait survenir en réponse à une hausse de température prolongée sans une baisse notable des précipitations. Une diminution des réserves de neige accumulées à l'hiver et leur fonte plus hâtive peut également limiter la quantité d'eau disponible pour les arbres pour pallier aux stress climatiques de l'été 51. (**Girardin, M. P.**)

Les périodes de sécheresse prolongées sur plusieurs mois et même des années qui succèdent sur la zone ont des conséquences très néfastes sur les caractéristiques physiques du milieu (sol, précipitations, températures), sachant que nous sommes dans une zone où le déficit hydrique est toujours négatif, ce qui accélère le dessèchement du plan d'eau de la zone humide plus rapidement, ce qui aura comme conséquences, une pression régressive sur la biodiversité surtout aviaire migratrice, ou nous avons enregistré l'absence quasi totale des oiseaux migrateurs pendant les années de sécheresse, dont la présence se base sur l'existence d'un plan d'eau. Aussi les conditions de dessèchement ramènent à la dégradation du couvert végétal ce qui en résulte la rareté des invertébrés qui constituent l'aliment de base pour plusieurs espèces d'oiseaux. (**Khabthane A, 2015**)



Figure 01 : Photo : Avant l'assèchement de Sebkhat El Mahmel (2020)



Figure 02 :Photo : Assèchement de Sebkhat El Mahmel (2020)

I.1.3. Pollution de l'eau

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol.

Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines.

L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (**Rodier, 2005**)

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. La pollution des eaux est le fait de divers types de rejets ponctuel sous diffus, qui apportent au milieu soit des calories, des substances minérales ou organique ou des microorganismes pathogènes. Elles ont comme principales origines :

-L'activité humaine.

-Les industries.

-L'agriculture.(**Dégréement, 1998**)



Figure 03 : Photo : Pollution de Sebkhate El Mahmel
El Mahmel
Par les rejets liquides (2020)



Figure 04 : Photo : Pollution de Sebkhate El Mahmel
El Mahmel
par les rejets solides (2020)

La pollution de l'eau est l'introduction de n'importe quelle substance n'étant pas présente naturellement dans une rivière, un cours d'eau, un lac, ou dans l'océan qui altère les ressources sacs en plastique, des capsules de limonade, du fil de pêche, des balles ou mêmes des chaussures, Mais le plus souvent, la pollution de l'eau n'est pas visible. Des produits agricoles fertilisants ou des produits chimiques industriels sont des sources de pollution de l'eau difficile à voir. Nos activités quotidiennes comme la chasse des toilettes, le lavage des aliments, le nettoyage des voitures sont aussi une cause de pollution de l'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).**

La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisable par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre dans l'environnement naturel. **(L Zella, 2007)**



Figure 05 : pollution de Sebkhath El Mahmel (2020)

I.1.4. Les principaux polluants des eaux

I.1.4.1. Classification alternative (la concentration) :

On peut classer et parler de polluants primaires ou secondaires, en fonction de leur concentration habituelle dans l'eau.

-Polluants primaires: dont la concentration dans l'eau dépasse souvent les 5 ppm.

-Polluants secondaires: ceux dont la concentration dépasse souvent 0.1 ppm.

-Polluants tertiaires :la concentration dépasse souvent 0.01 ppm.

-Les traces :ces polluants dont la concentration est généralement inférieure à 0.01ppm.

-Composants non permanents : la concentration de nombreux composants de l'eau est soumise à des changements dus au contact avec l'air, avec les matériaux de récipients et conduites, ou à l'activité biologique. Il s'agit en particulier de :

- Acidité et alcalinité

- Produits de cycles biologiques (cycle du carbone, cycle de l'oxygène, cycle de l'azote, réactions redox qui donne des Oxydants, Réducteurs).

- Radionucléides : essentiellement le Radon, qui est un problème réel pour la antéhumaine.

I.1.4.2. Les nitrates et phosphores :

Ces dernières années, l'utilisation massive d'engrais a engendré une pollution des eaux de ruissellement, de rivières, de lacs, et des eaux de mers. Or, l'azote et le phosphore jouent un rôle très important dans le cycle de l'azote du phytoplancton et des micro-algues marines et contribue donc à l'eutrophisation des eaux. **(Ramade, 2000).**

I.1.5. Les principales sources de la pollution de l'eau

On peut classer les différentes sources de pollution en trois grandes catégories :

les pollutions domestiques et urbaines, les pollutions agricoles et les pollutions industrielles.

I.1.5.1. La pollution d'origine domestique et urbaine :

Elle englobe les rejets (eau usées domestiques et urbaines), les eaux pluviales qui lessivent les rues et les grandes voies de communication, et les eaux utilisées pour la climatisation des immeubles. Les rejets solides des décharges publiques en majorité non contrôlées et sauvages contribuent à la pollution de l'environnement urbain d'une manière générale et à des eaux superficielles et des nappes phréatiques.

La matière organique se décompose (la matière inorganique est parfois insoluble), percole et s'infiltrer pour atteindre les nappes phréatiques. Enfin les eaux usées qu'elles soient urbaines, domestiques ou des rejets industriels, sont directement évacuées dans les Oueds sans aucun traitement préalable **(Debièche, 2002)**

I.1.5.2. La pollution d'origine agricole :

Le secteur d'étude est une région à vocation agricole, la pollution liée à l'agriculture l'azote et du phosphore. Quand ces produits sont déversés dans les lacs lors de l'écoulement ils peuvent créer de graves problèmes à ceux-ci comme le développement d'algues. Les pratiques agricoles sont la cause principale de pollution par dépôt de sédiment. Beaucoup de pays sont susceptibles à cette pollution due à leur grande quantité d'érosion. L'érosion cause des problèmes autant aux sources d'eaux et aux terres cultivables. **(Attoucheik, 2006)**

I.1.5.3. La pollution d'origine industrielle :

L'industrie est la grande consommatrice d'eau ; par conséquent, ces eaux utilisées seront rejetées sales, chargées en produits chimiques, en produits phytosanitaires, en métaux

lourds, en hydrocarbures, en solvants et surtout en matières organiques et inorganiques, etc., si elles ne sont pas traitées dans une station d'épuration, elles entraînent une pollution physique et chimique du milieu aquatique et naturel.

Dans ce monde industriel, il demeure toujours difficile de bien gérer ces effluents dangereux et de traiter le milieu contaminé des rivières, nappes et barrages (milieu récepteur). Comme les eaux d'Oued El-Hammam y compris celles des différents rejets seront stockées aux niveaux du barrage Zita-Emba qui est presque entièrement enfermé, avec un très faible rythme de renouvellement de ses eaux, ceux-ci les rendent extrêmement sensibles à la pollution. Il est toujours recommandé que la distance qui sépare les points de restitution et de réutilisation doive être au moins égale à 8 km (distance franchie en un jour d'écoulement à l'étiage par une rivière de plaine), c'est-à-dire un minimum d'autoépuration (**Jean Rodier, 1998**)

I.1.6. La pollution des eaux en Algérie

Selon les estimations, la population mondiale devrait atteindre 10 milliards d'individus d'ici à 2050. Cette croissance s'accompagne d'une augmentation globale des besoins en ressources et notamment des besoins en eau, ce qui cause de nombreux problèmes environnementaux. (**Waterzoi**)

L'eau est devenue aujourd'hui un bien économique naturel, spécifique et une contrainte de développement socio-économique notamment pour les pays arides et semi-arides. Après un choc hydraulique en 2002, où l'Algérie était sur le point d'importer l'eau d'outre-mer, et grâce aux programmes d'investissement publics de grandes envergures favorisés par les ressources financières tirées de la rente pétrolière, l'Algérie s'est vue ses indicateurs de l'eau en amélioration notable. Celles-ci étaient une phase de rattrapage et une sortie d'une rareté économique de l'eau prévalue durant les années 90. Cela dit, l'eau en Algérie souffre encore de deux énormes contraintes : La rareté et la mauvaise gestion. (**Kherbache, et all 2014**).

•Disponibilité et demande en eau

L'Algérie est un pays semi-aride. La croissance démographique et le développement économique et social entraînent de plus grands besoins en eau et une demande plus forte, alors que les ressources en eau sont limitées et de faible qualité. (**Ammar Belhimer**). Sources traditionnelles : 19,3 milliards de mètres cubes par an.

-Eau de surface : 12,4 milliards de mètres cubes par an. 95% des ressources dans le nord.
-Eaux souterraines : 6,9 milliards de mètres cubes par an. 73% des ressources dans le sud
(METAP; WQM 2002).

•Qualité de l'eau et sources de pollution

Les niveaux de salinité des eaux de surface varient entre 0,8 gramme par litre (g / l) et 1,5 g / l avec la majorité des ressources ont une salinité inférieure à 1 g / L. Au nord, la plupart des eaux souterraines ne sont pas salées et ont une salinité inférieure à 1 g / l. Dans le sud, les niveaux de salinité sont variables et certaines sources ont des niveaux de salinité élevés allant jusqu'à 8 g / l.

La plupart des ressources en eau en Algérie sont polluées par des eaux usées municipales non contrôlées et non traitées. 87% de la population urbaine est raccordée à un réseau d'égouts, mais la plupart des usines de traitement des eaux usées sont hors service, de sorte que les eaux usées non traitées sont rejetées dans des plans d'eau naturels.

Les industries rejettent des effluents non traités dans les eaux naturelles en violation des réglementations gouvernementales. Environ 200 millions de mètres cubes d'eaux usées industrielles non traitées par an sont rejetés dans l'environnement.

Des pratiques de lixiviation non contrôlées et mal surveillées ainsi qu'un drainage agricole comprenant des nitrates et du phosphore provenant d'engrais polluent les eaux. Les résidus de pesticides peuvent également être détectés dans certaines eaux de surface. La lixiviation des déchets solides mal déversés et non traités pollue également l'eau.
(METAP ; WQM 2002).

•Cadre légal et réglementaire

Les deux instruments les plus importants dans le cadre juridique et réglementaire sont :

A. Loi n ° 83-03 de 1983 sur la protection de l'environnement. Cette loi mentionne spécifiquement la pollution de l'eau.

B. Loi sur l'eau n ° 83-17 «Le code des eaux» (révisée en 1996 en vertu de la loi n ° 96-13). Ce code comprend plusieurs articles relatifs aux rejets d'eaux usées, à la réduction de la pollution, à la protection et à la préservation des masses d'eau et à la réutilisation des eaux usées à des fins agricoles et industrielles. **(Journal officiel).**

•Stratégies d'amélioration

- ✓Élaborer un plan d'action intégré pour la gestion de la qualité de l'eau, y compris l'identification et la délimitation des responsabilités des organisations et institutions impliquées
- ✓Clarifier et hiérarchiser les objectifs de la nouvelle politique du secteur de l'eau.
- ✓Améliorer le suivi de la qualité de l'eau, notamment par des enquêtes de reconnaissance sur l'état de la qualité de l'eau et les sources de pollution. Identifier les besoins de laboratoire du pays ; et élaborer un programme de surveillance durable et rentable.
- ✓Examiner le cadre juridique et réglementaire existant et élaborer des textes juridiques supplémentaires. Examiner les normes existantes en matière de force exécutoire.
- ✓Publier des décrets d'application du code de l'eau, améliorer les normes de rejet d'effluents industriels et élaborer des normes pour d'autres types d'eau, tels que l'eau potable.
- ✓Élaborer et mettre en œuvre un programme de renforcement des capacités nationales globales en matière de gestion de la qualité de l'eau.
- ✓Améliorer les capacités de surveillance technique et financière et de contrôle de l'application afin de tester toutes les normes énumérées car, à ce jour, la plupart des activités de surveillance ont été limitées aux industries les plus polluantes et à quelques paramètres de la qualité de l'eau tels que la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO) et matières solides en suspension (**METAP ; WQM 2002**).

I.2.Généralités sur les zones humides**I.2.1. Définition d'une zone humide**

Plusieurs définitions ont été données aux zones humides se focalisant toutes sur l'élément essentiel de leur fonctionnement qui est l'eau. A ce propos et au sens de la Convention de Ramsar, les zones humides sont des étendues de marais, de marécages, de tourbières, 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 marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres.

De leur côté HUGHES et **HUGHES (1992)** définissent les zones humides comme étant « toutes les terres inondées de manière permanente ou périodique tel que les lacs, les étangs, les marécages, les marais, les tourbières, les plaines d'inondation riveraines ou lacustres,

les cuvettes et les oueds, les marais salés du littoral et les mangroves, les retenues artificielles sont également comprises dans cette définition. »

Par ailleurs, **Ramade (2002)** et vu la grande diversité des zones humides, il souligna le consensus reconnu pour ces dernières. Pour lui, le terme générique « zones humides » couvre une grande variété de systèmes aquatiques, qui vont des mares temporaires des zones arides aux plaines d'inondation des grands fleuves tropicaux, des tourbières des montagnes aux mangroves côtières. Il est donc difficile de dégager des tendances générales quant à leur structure et fonctionnement. Néanmoins, il existe un consensus pour reconnaître qu'elles sont très productives sur le plan biologique.

I.2.1.1. Définition des zones humides d'après la convention de RAMSAR :

D'après cette convention internationale ratifiée par l'Etat français en 1986, 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 marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

Elle prend donc en compte des milieux tels que les récifs coralliens ou les herbiers marins ainsi que les cours d'eau et milieux souterrains, qui sont en revanche exclus de la définition établie par le code de l'environnement (RAMSAR).

I.2.1.2. Convention de RAMSAR :

La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée Convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Négocié tout au long des années 1960 par des pays et des organisations non gouvernementales préoccupés devant la perte et la dégradation croissantes des zones humides qui servaient d'habitats aux oiseaux d'eau migrateurs, le traité a été adopté dans la ville iranienne de RAMSAR, le 2 février 1971, et est entré en vigueur en 1975. C'est le seul traité mondial du domaine de l'environnement qui porte sur un écosystème particulier et les pays membres de la Convention couvrent toutes les régions géographiques de la planète.

Cette convention a trait à la conservation des zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau et résulte de trois projets élaborés par l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (U.I.C.N)

-Le projet MAR pour la conservation des marais.

-Le projet AQUA pour la conservation des lacs et des rivières.

-Le projet TELMA pour la conservation des tourbières.

La Convention a pour mission : « La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ». Cette convention, véritable instrument juridique, est le cadre légal de protection internationale des zones humides surtout celles inscrites à la liste de ladite convention. (CHALABI, 1990)

I.2.2. Classification des zones humides

I.2.2.1. La classification des zones humides en Algérie :

-Répartition géographiques

D'après (Chalabi, 1990), les zones humides algériennes sont regroupées en six régions géographiques distinctes, chaque région est formée par un ou plusieurs secteurs abritant chacun au moins un site.

La liste des régions et des secteurs est la suivante :

- Région Nord-Est :

Secteur d'el Kala (3 sites).

Secteur de Mekhada (3 sites).

Secteur de Tzara (1 site).

Secteur de Skikda (3 sites).

- Région constantinoise :

Secteur de Sétif (8 sites).

Secteur d'Oum El Bouaghi (12sites).

- Région sud-Est :

Secteur de Biskra (8 sites).

Secteur de Touggourt (8 sites)

- Région de centre :

Secteur de Réghaia (1 site).

Secteur de Boughzoul (3sites).

- Région Sud Centre :

Secteur de menia (2 sites).

- Région de l'Ouest (25sites).

I.2.3. Les zones humides en Algérie

L'Algérie est riche en zones humides. Le recensement préliminaire effectué au milieu des années 1990 a dénombré 254 zones humides naturelles, parmi lesquelles 60 zones peuvent être classées sur la liste de Ramsar. D'après la Direction Générale des Forêts le nombre des zones humides peut dépasser le millier si l'on inclut les Oueds, les Grottes, les Oasis, Daya et les zones côtières.

Depuis son adhésion à la convention de Ramsar par la signature du décret N°439- 82 du 11 décembre 1982, l'Algérie comptait seulement 3 zones humides d'importance internationale avant l'année 2000. En 2004, grâce à un projet réalisé et financé par le programme « eaux vivantes » du Fonds Mondial (**Anonyme, 2004**).

De par la superficie classée (2,8 millions ha), l'Algérie est le troisième pays en Afrique, après le Botswana et son Delta de l'Okavango qui fait 6,8 millions d'hectares et Tanzanie avec 3,5 millions d'hectares, et la huitième dans le monde après le Canada (13 millions d'hectares), la Russie (10,3 millions d'ha), l'Australie (5,2 millions d'ha), le Brésil (4,5 pour la nature (WWF-International), l'Algérie a désigné 42 sites avec une superficie de près de 3 millions d'hectares, près de 50% de la superficie totale estimée des zones humides en Algérie classés et protégés sur la liste des zones humides d'importance internationale. Le lac Tonga (EI-Kala) reste parmi les meilleurs exemples des zones humides en Algérie (Millions d'ha), le Pérou (2,9 millions d'ha), et les deux pays africains précédents, Botswana et la Tanzanie. (**Anonyme, 2004**).

I.2.4. Les problèmes des zones humides en Algérie

Les principales causes de la régression des zones humides algériennes sont :

-Le drainage, la pollution, la perte et/ou la perturbation des habitats, l'agriculture et la pêche.

-Certaines zones humides telles que la Macta et les marais de Réghaia souffrent de la proximité des centres industriels et urbains (Arzew et Rouïba respectivement) qui y déversent souvent toutes sortes des produits polluants, entraînant largement la pollution des

ressources en eaux superficielles et mêmes souterraines ainsi que la contamination des chaînes trophiques.

-L'exploitation irrationnelle et l'introduction des espèces des poissons exotiques dans certains lacs (Mellah et Obéira) par les services des pêches sans études d'impact préliminaires ont perturbé gravement le milieu et affecte tout l'écosystème.

-La construction de barrage s'étant souvent considérée comme un symbole concret du développement économique d'un pays, représente un problème crucial pour les zones humides, leurs affluents sont détournés, diminuant les apports des eaux en qualité et quantité.

-Les pompages illicites d'eau pour l'irrigation des terres agricoles avec surtout l'installation d'une activité agricole à proximité des zones humides peuvent à long terme entraîner l'assèchement de plans d'eau (cas du lac noir : El Kala) et même parfois la pollution par l'utilisation des produits phytosanitaires.

-Le surpâturage entraîne la dégradation de la flore environnante provoquant un effet de piétinement qui enfonce la végétation dans la boue et l'empêche de se régénérer et même le tassement du sol qui rend imperméable lors de la germination des grains.

I.2.5. La stratégie audacieuse de l'Algérie pour conserver ses zones humides

Afin de donner un coup de pouce décisif à ses zones humides vulnérables, le Gouvernement de l'Algérie adopte une nouvelle stratégie de conservation à long terme, dans l'intérêt de son peuple et de la nature qu'elle dispose. Lancée officiellement en février 2017, la Stratégie nationale de gestion des écosystèmes de zones humides, d'une durée de 15 ans, marque une nouvelle ère dans la conservation des zones humides du pays.

L'Algérie possède 50 Sites, plus que n'importe quel autre pays d'Afrique, mais c'est la première fois qu'elle adopte une approche globale de l'utilisation rationnelle de ses zones humides dans toute leur diversité. Avec un soutien technique et financier du et du, la stratégie vient couronner un processus qui aura duré cinq ans, pendant lesquels il a fallu obtenir l'accord de tous les gouvernements provinciaux. « Cette stratégie est très importante et nous nous réjouissons de la voir finalisée et appliquée » déclare Denis Landenbergue, Directeur de la conservation des zones humides au WWF International, qui a participé à l'ensemble du processus d'élaboration de cette stratégie. « Derrière cette stratégie, il y a un vrai poids politique. Elle donne une direction claire au gouvernement national et aux gouvernements provinciaux, sur la voie de la conservation des zones humides d'Algérie ».

Chapitre 2 :
Présentation de la zone

II.1. Situation générale (Géographie et Démographie)

II.1.1. Sur le plan géographique

La région de Sebka est le seul endroit humide dans la wilaya de Khenchela, située dans la partie steppique sud de la wilaya. Le secteur de Sebka est localisé dans les Hautes Plaines constantinoises, ces dernières se situées entre 750 et 1100 m d'altitude, elles constituent un long boulevard bordé au Nord par l'atlas tellien et par l'atlas saharien au sud. Leur relief est très compartimenté, et elles sont, par ailleurs, traversées en écharpes par de petits chaînons calcaires, de style atlastiques, allongés SW-NE, et qui correspondent généralement à des anticlinaux failles ou asymétriques. Cette topographie se conjugue avec l'aridité pour entraver le drainage.

Au Nord existe un drainage exoréique constitué de petits cours d'eau qui serpentent les hautes Plaines avant de se lancer dans la traversée du Tell. Le centre et le Sud sont le domaine du drainage endoréique vers les sebkhas. (GOUAIDIA, 2008)

Au plan régional, le secteur d'Sebka se situe dans la commune d'El Mahmel qui se localise dans le prolongement Est et Nord-est des monts des Aurès-Nemamcha, à la limite Est de la wilaya de Khenchela (fig1), dans l'aire géographique compris entre :

- Longitude : (7°,15') Es
- Latitude : (35°, 20') Nord
- L'altitude : 1070m
- Superficie :200ha



Fig.06: Vue aérienne de Chott Sebikha (Google Earth,2018)

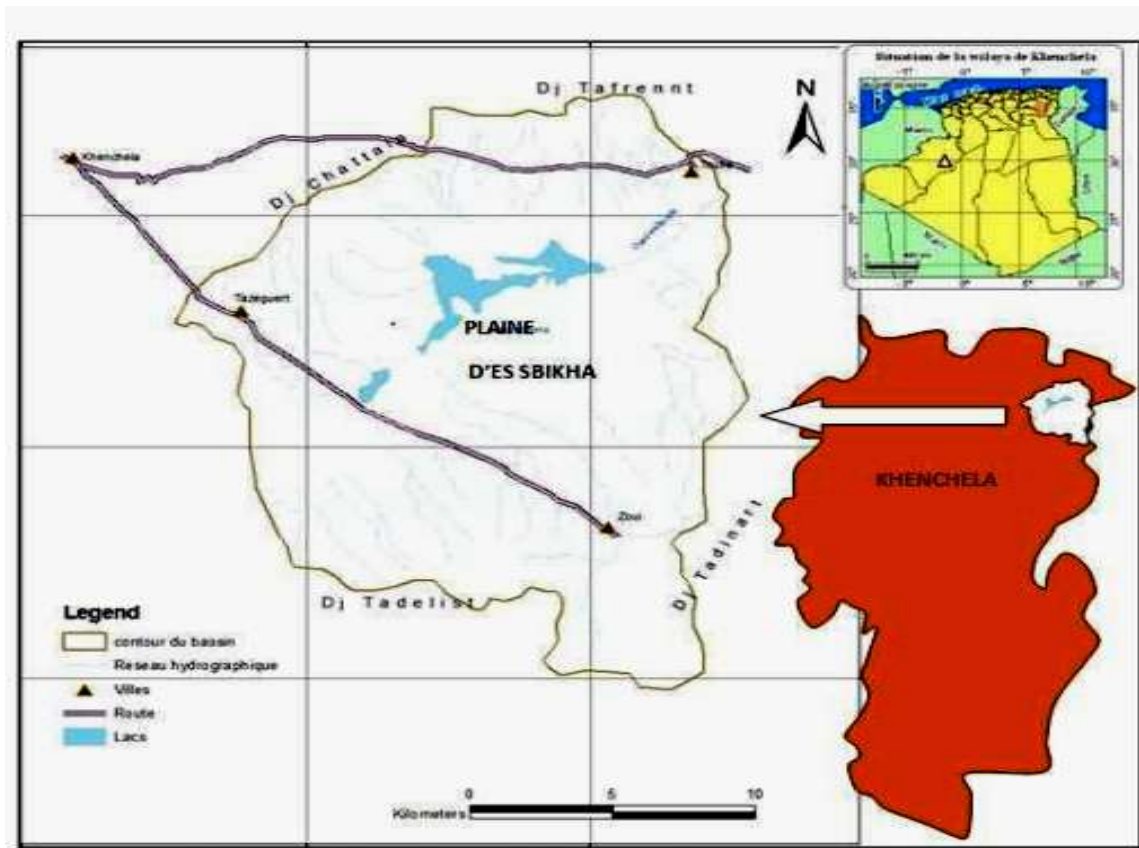


Fig.05: Situation géographique du bassin versant de l'El Mahmel (Direction de l'hydraulique de Khenchela, 2018)

II.1.2. Sur le plan administratif

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 en 1985 à la Wilaya de Khenchela, située à l'Est de la Wilaya, elle s'étend sur une superficie de 371Km².

Elle compte deux agglomérations secondaires (**Ouled Azzedine** et **Icherthithéne**). La commune d'El Mahmel fait partie de la Daïra d' Ouled Rechache (Zoui), située à 9 km du chef-lieu de la Wilaya. Sur l'axe de la RN n°:32 qui traverse l'agglomération d'Est en Ouest la reliant au chef-lieu de Daïra d' Ouled Rechache. Elle occupe un site relativement plat en légère déclivité d'Ouest en Est (**Belaa, Abboud 2015**).

La commune était d'origine rurale, ensuite elle est passé au rang de semi-urbaine du fait de la concentration de sa population au chef-lieu, elle est limitée par :

- ❖ la commune d'AINTOUILA au Nord ;
- ❖ la commune de N'SIGHA au Nord-Ouest ;

- ❖ la commune de BABAR à l'Ouest et Sud-ouest ;
- ❖ la commune de BIDJEN et OULED RECHACHE à l'Est ;
- ❖ la wilaya de TEBESSA au Sud.

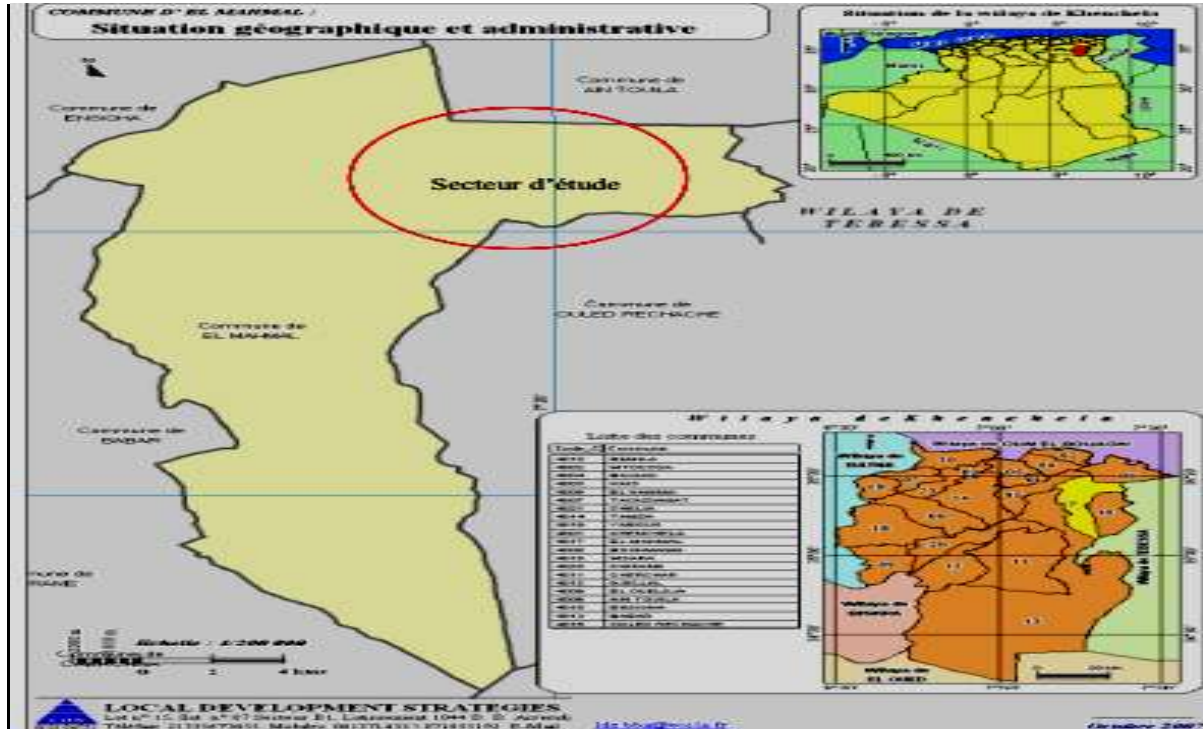


Figure06 : Carte de situation géographique et administrative de la zone d'étude Source : Direction de l'hydraulique

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

- Agriculture et élevage
- Exploitation du sel durant les années de la révolution celui-ci était acheminé vers Tizi Ouzou et Bejaia pour la préparation des cuis.

II.1.3. Sur le plan démographique

Au recensement général de la population et de l'habitat de l'année 2008, la commune d'EIMahmel comptait 38706 habitants. Durant l'année 2018, la population a augmenté de 8654 Habitants atteignant 47360 habitants, soit un taux d'accroissement annuel moyen de 2,21%.

total	Agglomération	Agglomérations	zone Eparse
	chef-lieu	Secondaire	
	(ACL)	(AS)	(ZE)
El Mahmel	34521	2593	10246

Tableau 01 : La répartition de la population résidente au RGPH DE 2019 d'El Mahmel

Source : DPSB,2019

Commune	R.G.P.H 1977	R.G.P.H 1987	R.G.P.H 1989	R.G.P.H 2008	Estimation 2018
El Mahmel	14.900	19.889	30.484	38.706	47.360

Tableau 02 : Evolution de la population au cours des quatre derniers recensements

Source : Office Nationale des Statistiques, 2019

II.2. Situation géologique

II.2.1. Les unités morphologiques

La caractérisation physique de la commune ne peut se faire qu'à travers l'analyse détaillée des reliefs, la géomorphologie, l'organisation des structures et la connaissance des éléments bio climatologiques. Ce diagnostic doit aboutir, aussi, à la compréhension des processus et des mécanismes d'évolution de la zone, à partir des liens et des interactions entre le milieu physique et l'homme.

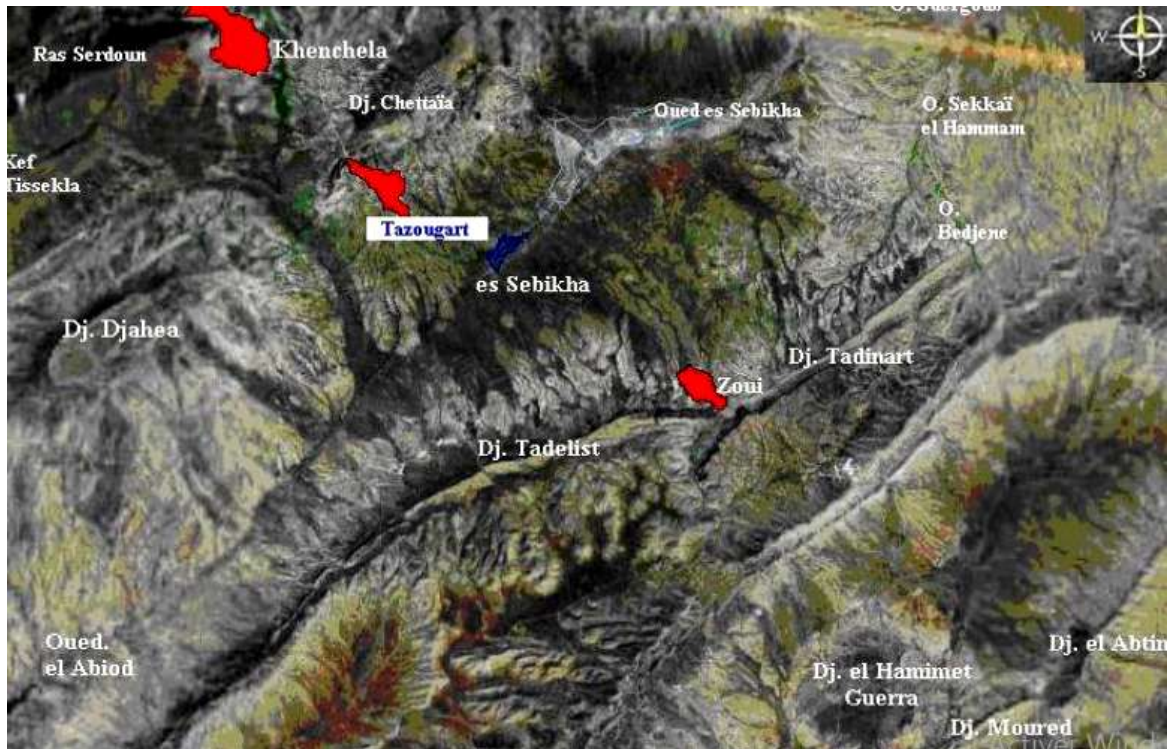


Figure 07 : Principaux unités morphologiques de la région d'El Mahmel

Source : Direction de l'hydraulique, 2019.

II.2.2 Les plaines

Le territoire de la commune est dominé, dans sa majeure partie, par la plaine Atlasique intramontagnarde. Cette dernière est représentée par le bassin de Bahiret Sebkhha (1066m) qui correspond à un vaste couloir intra-montagneux orienté suivant la direction NE-SW, ce périmètre représente une vaste plaine dans laquelle se développent certains sols salés autour de la Sebkhha. C'est une plaine intramontagnarde assez vaste, avec une largeur variable allant de 5 à 8 Kms, elle est empruntée par plusieurs oueds à direction divergente à partir du méridien de l'agglomération de Tazouguert, chef-lieu de la commune, avec des oueds orientés vers le NE, ex de l'oued Sebkhha et des oueds dirigés vers le SW, ex de l'oued El Hatiba, principal affluent de l'oued El Abied.

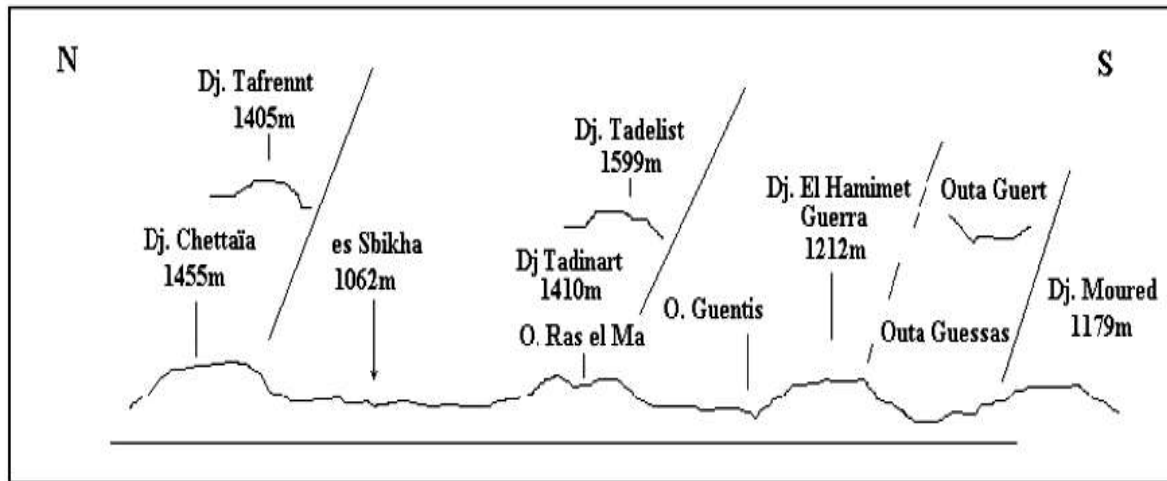


Figure 09: Profil topographique (N-S) à travers la commune d'El Mahmel

Source : Direction de l'hydraulique

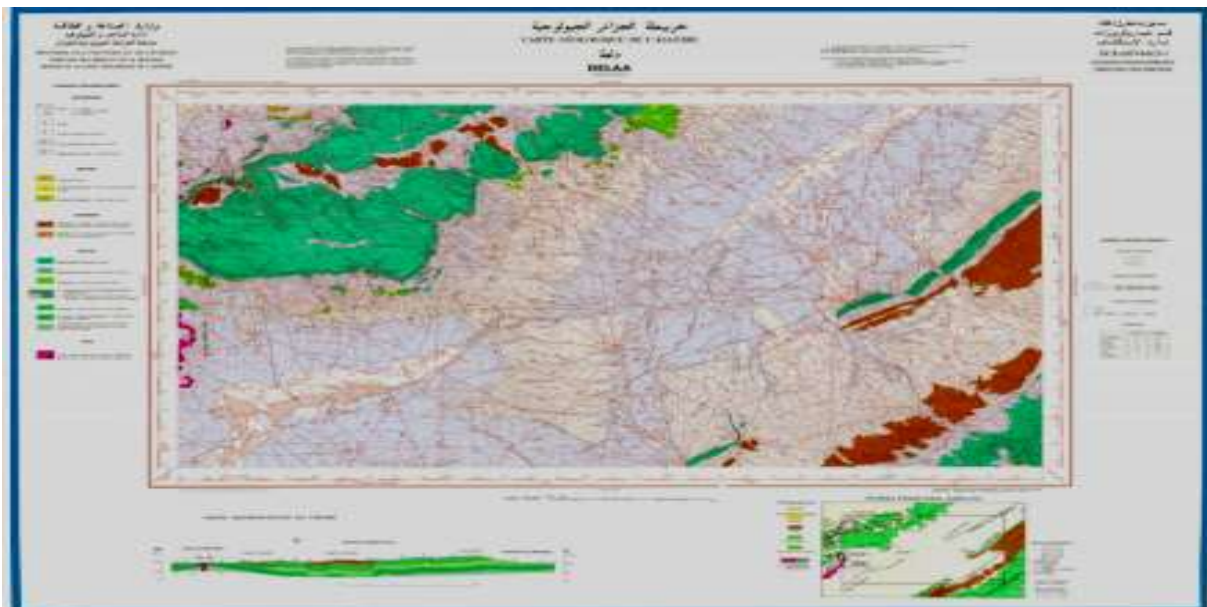


Figure 10 : carte géologique de la zone d'étude

II.2.4. Les pentes

Les pentes dans cette zone sont généralement faibles au niveau des bassins (<2%), moyennes au niveau des piémonts, entre 2 et 10 %, et fortes sur les versants à caractère montagneux avec des pentes supérieures à 10 % et pouvant atteindre des valeurs de plus de 30 % sur les versants escarpés des massifs de Dj. Chattaia, Dj. Tafrennt, Dj. Tadelist, Dj. Aouinet. Carte des classes de pente caractérisant le territoire de la wilaya a été dressée, sur la base de la grille retenue par le MATET (Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme) pour le classement des zones de montagnes. Cette grille,

qui tient compte de l'utilisation souhaitable des terres, préconise 4 classes:

- **Classe 1** : pente comprise entre 0 et 3,5 % : Relativement favorable à l'intensification agricole (mécanisation et irrigation) et à la réalisation d'infrastructures techniques.
- **Classe 2** : pente comprise entre 3 et 12,5 % : elle est favorable au développement d'une agriculture intensive à semi intensive.
- **Classe 3** : pente comprise entre 12,5 et 25 % : Favorable à l'arboriculture fruitière et autres cultures pérennes fixatrices du sol au détriment des cultures annuelles et notamment les grandes cultures.
- **Classe 4** : pente supérieure à 25 % : constituant de ce fait une contrainte majeure pour la pratique des activités agricoles et un handicap pour la réalisation des infrastructures socioéconomiques. A ce titre, l'occupation du sol au niveau de cette classe doit privilégier la sylviculture (C. F., 2016)

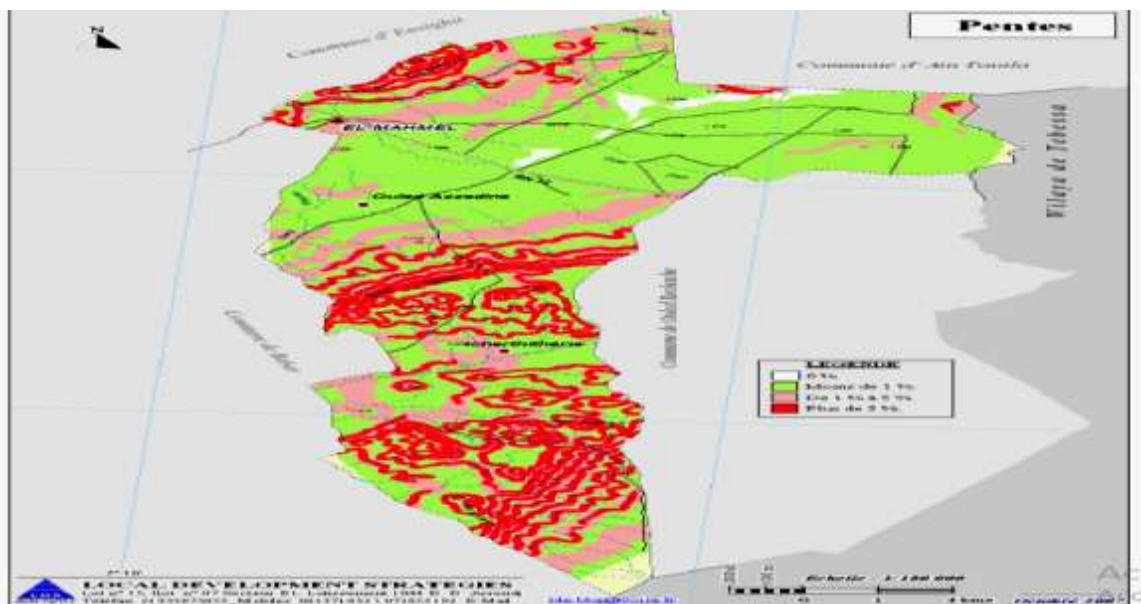


Figure 11 : Carte des pentes de la commune d'El Mahmel

Source : Direction de l'hydraulique, 2019.

II.2.5. Les sols salins

Les sols salins se rencontrent principalement dans la région d'Sebkha, Il se développe 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 de 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.

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 12 : Les sols salés de la région de Sebka

II.4. Situation agricole

II.4.1. Répartition des terres de la commune

La commune d'El Mahmel qui s'étale sur une superficie totale de 37084 hectares à une Vocation agropastorale. En effet, la surface agricole utile (SAU) est de 29.482 ha, le reste de La surface est partagé entre les parcours et pacages 1.570 ha, les forêts 5.056 ha, les terres Incultes 241 ha et les terrains urbanisés 735 ha. Le secteur de l'agriculture fait travailler 1934 Personnes selon les données du recensement général de l'agriculture **RGA de 2002**.

Il faut noter, que la surface agricole utile SAU au niveau de la commune d'EL Mahmel Est répartie entre les surfaces à sec, représentant 27.213 ha soit 92.30 % de la SAU et seuls 2 269 ha sont irrigués. La surface agricole utile irriguée est partagée entre la céréaliculture qui

Occupe 272 ha, les légumes 660 ha et l'arboriculture 1.337 ha. La faiblesse de la pluviométrie et son irrégularité le long du cycle annuel ont rendu l'exercice de l'activité agricole un peu difficile. L'analyse de la répartition générale des terres de la commune fait ressortir que celle-ci est constituée par une importante surface agricole utile (SAU) avec 92.30 % suivi de loin par les forêts et maquis avec 13,63 %. Les terres incultes et les terrains urbanisés représentent en 2.63 %. Cette répartition des terres dénote la principale vocation de la commune qui est une vocation Agro pastorale (**Benamor, Arroudj.2014**).

II.4.2. Répartition des exploitations agricoles et emploi généré

Les exploitations agricoles au nombre de 141 sont réparties à travers le secteur d'étude et constituent les Mechtas d'Sebkha. L'emploi généré dans ce secteur est important, on observe que le nombre d'occupés est estimé à 458 personnes dont 229 sont occupés dans l'agriculture soit environ 50% du total des occupés.

Mechtass	Nombre d'exploitation	Population occupée	Population agricole occupée	SAU
Ouled M'barek	38	132	53	450
Ouled Amara	45	103	72	800
Ouled Slim	40	86	38	600
Ouled Merah	18	137	66	400
Total	141	458	229	2250

Tableau 03 : Répartition des exploitations agricoles dans le secteur d'étude Sebkh

Source : D.S.A Khenchela

II.4.3. La production végétale

D'une manière globale, les rendements des productions végétales sont faibles à l'exception du maraîchage, cette spéculation enregistre des rendements relativement bons avec une production moyenne de 181, 3 E./ha. La faiblesse des rendements est due principalement à la faiblesse de la pluviométrie et au faible niveau de la mobilisation des eaux souterraines. Pour l'irrigation qui caractérisent notre secteur. La superficie consacrée à l'arboriculture est faible vu le taux de sel élevé du secteur. Malgré que la céréaliculture constitue la spéculation majeure des fellahs du secteur son rendement reste tributaire des aléas climatiques, à vrai dire ce sont des rendements de misère, elle constitue une culture loterie.

Produit	Rendement qx / ha	
Blé dur	15	
Blé tendre	12	
Orge	15	
Fourrages	20	à 30
Légumes	20	à 180
Fruits	25	à 85

Tableau 05: Estimation des rendements de la campagne 2005/2006.

Source :DSASI, 2019

II.4.4.L'élevage

La pratique de l'élevage au niveau de la commune se base, essentiellement, sur l'élevage de l'espèce ovine qui représente 75 505 têtes, en deuxième position vient l'élevage caprin avec 2760 têtes entre chèvres et chevreaux et en troisième position se place l'espèce bovine avec 900 têtes dont 556 d'origine étrangère et 344 locales. L'élevage des chevaux compte 44 têtes et enfin 25 mulets et 90 ânes. Le taux de mortalité et de réforme sont de l'ordre de 10 % et le taux de fécondité avoisine les 60 %. Le secteur d'étude ne déroge pas à cet aspect de l'aspéculation, à défaut de données concernant Sebkhia nous utilisons les statistiques de toute la commune sa nous permet d'avoir une vision de la situation. Atehyd, 2012



Figure13 : L'élevage dans la zone d'Sebkhia

Cheptel	Femelles productives	Males Adultes	Petits		Total espèce
			Femelles	Males	
Bovin importation	260	38	170	88	556
Bovin local	170	18	90	66	344
Ovin	28 935	1250	18 120	27 200	75 505
Caprin	1400	130	800	430	2760
Chevalin	32	12	/	/	44
Ane	40	10	25	15	90
Mulet	15	10	/	/	25

Tableau 06 : Répartition du cheptel à travers la commune

Source (D.S.A)

II.5. Cadre hydro-climatique de la zone d'étude

L'hydro climatologie est une étape très importante pour une étude hydrogéologique. Elle permet de quantifier la part d'eau ruisselé et la part d'eau infiltrée utile à l'alimentation de l'aquifère. Toute étude hydro climatologique dépend de deux paramètres essentiels : -Les précipitations qui nous renseignent sur les quantités d'eau utile au renouvellement de réserves et sur le régime pluviométrique.

Les températures sont nécessaires pour estimer l'évaporation et l'évapotranspiration qui influent sur la part d'eau contenue dans le sol et par conséquent utilisable, ce dernier point est important pour les réserves souterraines en eau que pour la végétation et les cultures agricoles.

L'Algérie est caractérisée par une variabilité climatique liée aux irrégularités Topographiques et aux influences opposées de la Méditerranée et du Sahara pour étudier le climat de la zone

d'étude, nous avons exploité les données climatiques qui ont été recueillies au niveau de la station météorologique d'EL-HAMMA (KHENCHELA), située à une altitude de 890 m. Les données s'étalent sur une période de vingt ans depuis 1998 jusqu'à 2018.

II.5.1. La pluviométrie

La pluviosité est définie selon Djebaili en 1984, comme étant le facteur primordial qui

Permet de déterminer le type du climat Elle conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosions d'une part, elle a un rôle social et économique d'autre part. **(Djebaili., 1984)**

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat, cela conduit à une irrégularité des précipitations à travers toute la région : augmentation des pluies en altitudes, diminution de leur taux du Nord vers le Sud **(Halimi,1981)**, le régime pluviométrique joue un rôle prépondérant dans l'hydrochimie par le Lessivage des terrains. Plus la pluviométrie est forte, plus la dilution des sels restant passant en solution est grande. Les régimes des précipitations mensuelles sont à l'origine de l'écoulement saisonnier, des régimes de cours d'eau. **(Djebaili, 1984)**.

Les précipitations annuelles n'ont qu'une valeur indicatrice, le plus important c'est leur répartition mensuelle et saisonnière.

L'étude climatologique est une importance non négligeable, car elle permet d'analyser

Des facteurs importants comme la température et les précipitations qui conditionnent le bilan hydrologique et la recharge des aquifères, l'étude des données climatiques permettant d'analyser les facteurs du climat de cette zone qui nous renseignera sur :

- Le type du climat
- Le comportement hydro climatologique du bassin versant.
- Le bilan hydrologique.

Ces paramètres sont soit mesurés sur le terrain (précipitations, températures, évaporation) soit calculés par des formules (ETP, ETR, R, I).

II.5.2. Les données climatiques

II.5.2.1. Les précipitations : Pour la plus grande partie du monde, les précipitations représentent t la source principale d'eau. Elles sont caractérisées par trois principaux

paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années.

Les précipitations connaissent de grandes fluctuations d'un mois à un autre et d'une année à

Une autre. Les caractéristiques pluviométriques de la zone d'étude sont tirées d'une chronique de 20 ans (1998 à 2018) d'observation à la station d'EL HAMMA en adoptant le principe de l'année agricole qui commence par le mois de Septembre.

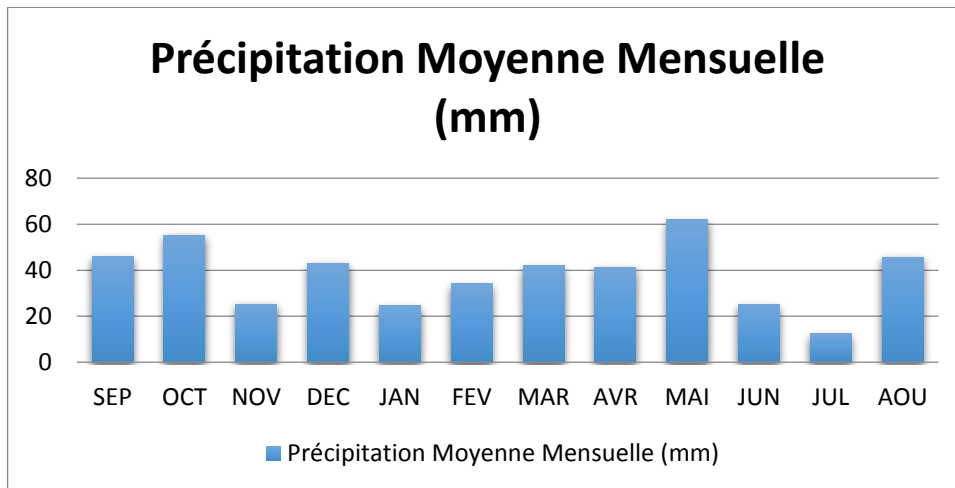


Figure 14 :Précipitation moyenne mensuelle de Khenchela (1998-2018)

Le mois le plus pluvieux est mai avec une moyenne mensuelle de 61,86 mm, par contre le mois le plus sec est juillet avec une moyenne mensuelle de 12,42 mm.

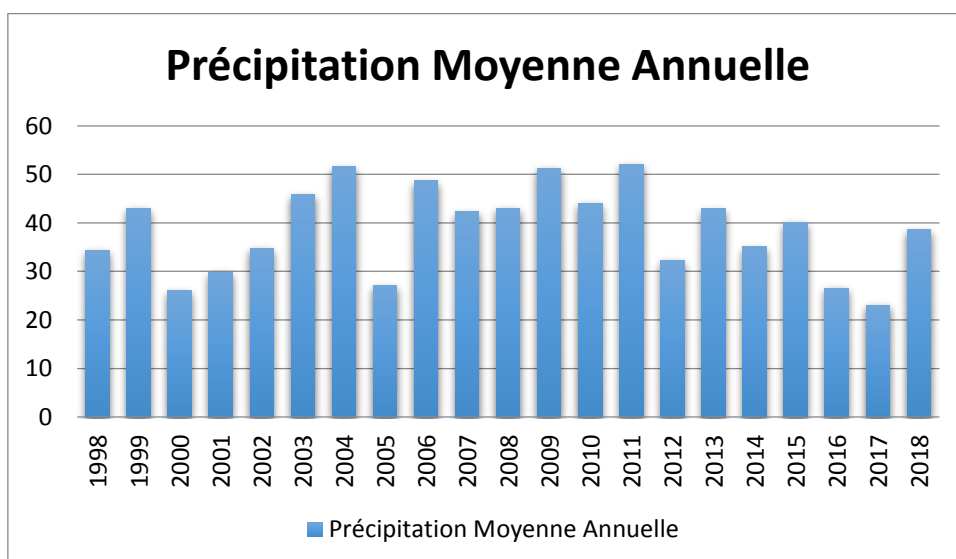


Figure 15 :Précipitation moyenne annuelle de Khenchela (1998-2018)

II.5.2.2 Les Températures : La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce

fait la répartition de totalité des espèces et de communautés d'être vivant dans la biosphère.(Ramande, 2003)

Les températures moyennes mensuelles durant 20 années (1998 à 2 018) sont représentées dans le tableau si dessous.

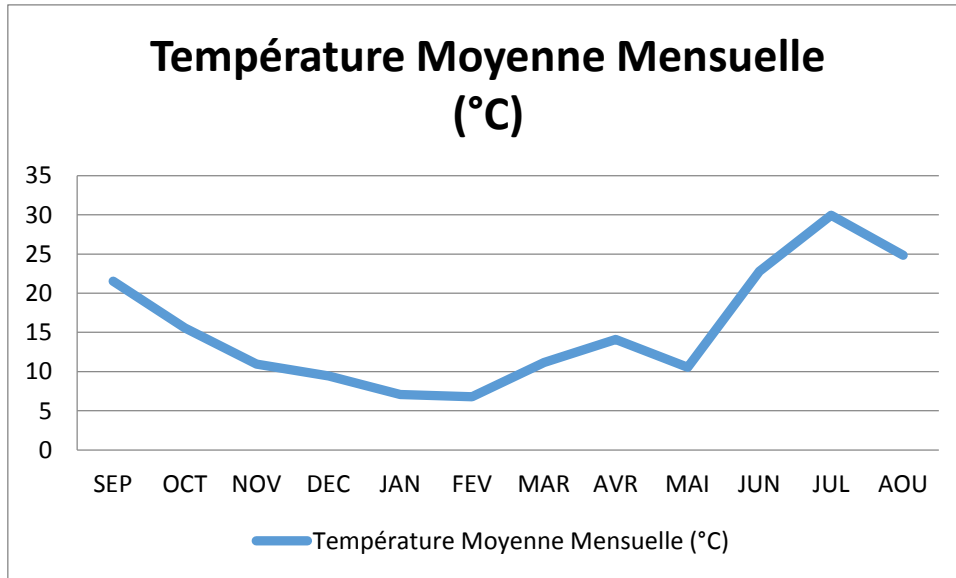


Figure 16 : Courbe de variation des températures mensuelles moyennes (1998-2018)

La courbe de la variation s des températures moyennes mensuelles (figure.16) montre que le mois de Février est le mois le plus froid avec 6.77 °C et le mois de juillet est le plus chaud avec 29,96 °C.

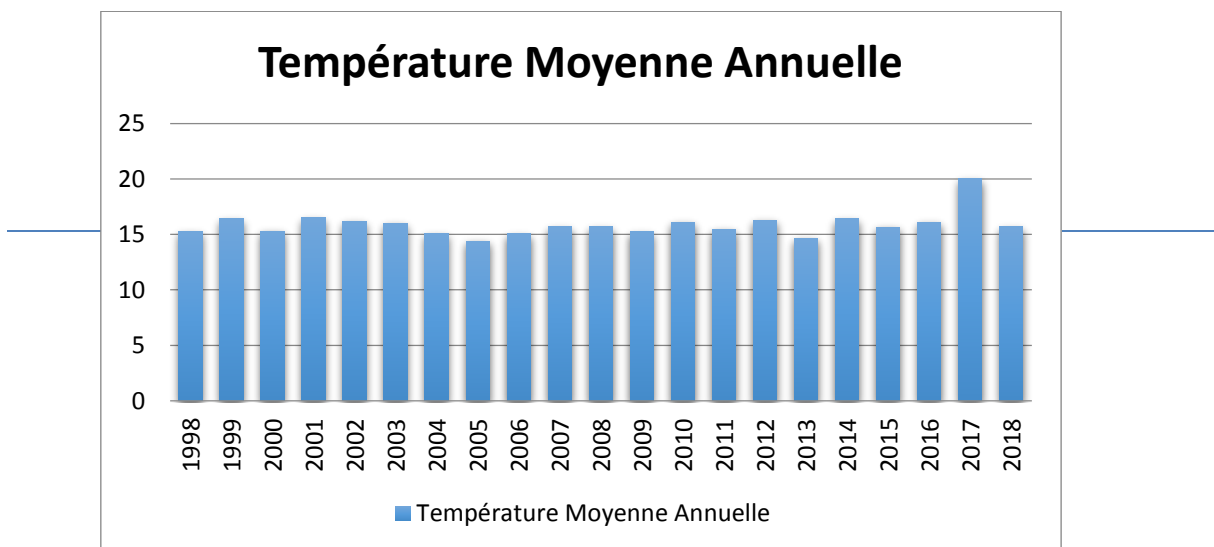


Figure 17 : Température moyenne annuelle de kenchela (1 998-2018)

II.5.2.3. Diagramme ombre thermique :

La combinaison des deux principaux facteurs climatiques, la température et les précipitations est intéressée dans la mesure où elle permet de déterminer les mois véritablement secs. Cette relation permet d'établir un graphique dit Ombrothermique (Gaagai, 2009)

D'après Gaussen (1953), sur ce graphique les températures sont portées à l'échelle double des précipitations considérées comme mois sec celui où le total mensuel des précipitations (P) exprimé en millimètres, est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle (T) exprimée en degrés Celsius, $P < 2T$ (indice de Gaussen).

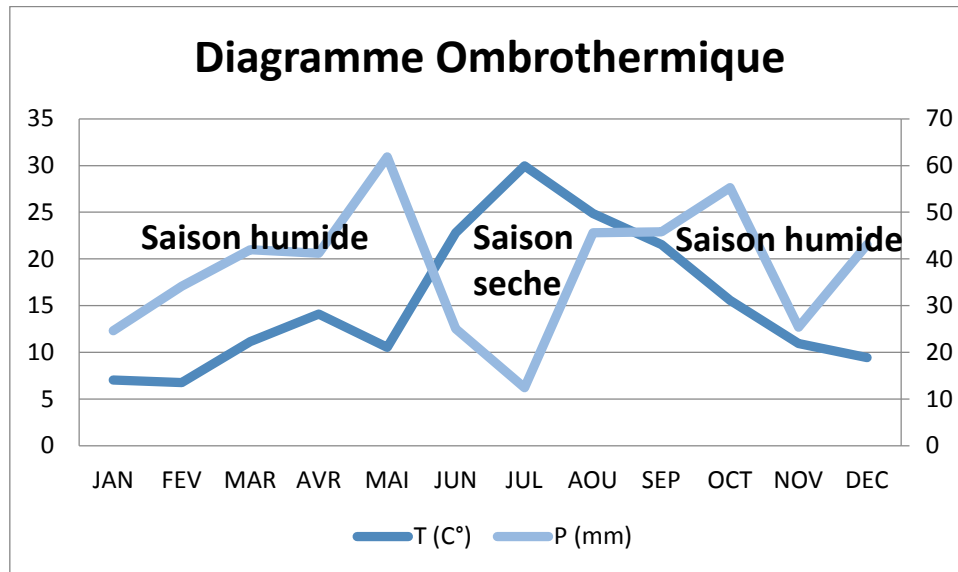


Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen (Station d'El Hamma 1998-2018)

D'après le diagramme Ombrothermique de Gaussen de la station d'El-Hamma nous constatons que la période sèche dure environ 2 mois de juin jusqu'à juillet. La détermination de cette période est d'une grande importance pour l'hydrologie afin de pouvoir estimer les besoins en eau.

II.5.2.4.L'humidité

L'humidité est un élément important pour la physiologie végétale. C'est le taux de l'humidité de l'air qui détermine l'intensité d'évapotranspiration chez les végétaux. Il est étroitement lié à la température de l'air. Le maximum de l'humidité relative est atteint au minimum de température et inversement (Azzouzi, 2011).

Les valeurs d'hygrométrie de la période 1998-2018.

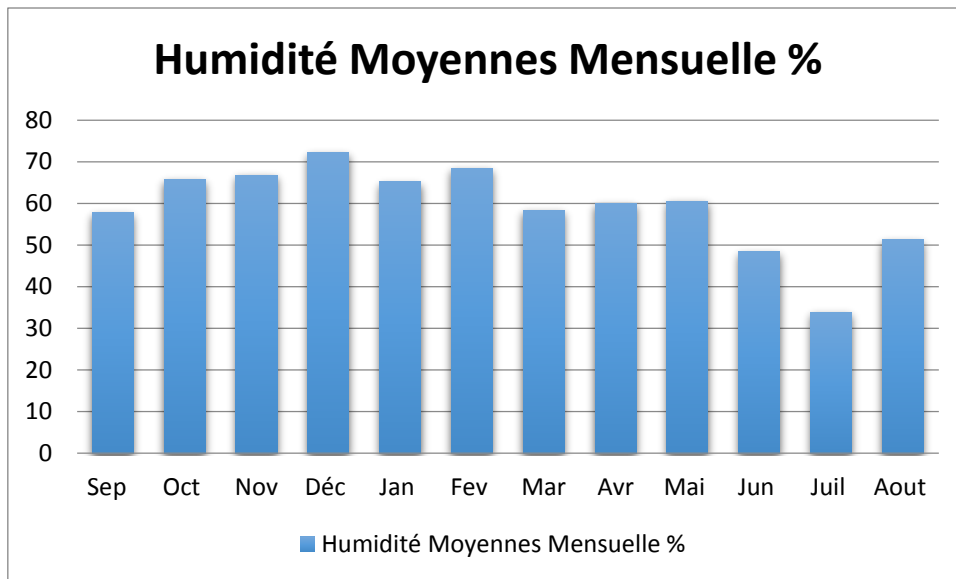


Figure 19 : Diagramme des moyennes mensuelles d'humidité de la période (1998 -2018)

A partir de la figure on constate que les valeurs de l'humidité sont relativement homogènes.

Les données hydrométriques montrent que le pourcentage le plus élevé est enregistré durant le mois de Décembre avec 72.23% ce qui explique qu'il est le mois le plus humide, alors que le pourcentage le plus faible est enregistré durant le mois de juillet avec 33.79%.

II.5.2.5. L'Evaporation :

L'évaporation est la restitution de l'eau par l'atmosphère sous forme de vapeur à partir de la surface du sol, quelle que soit sa nature (Sol, végétaux, eau libre). Elle est donc un élément très important pour l'établissement du bilan hydrologique, et dépend de plusieurs paramètres la température, les précipitations, l'humidité de l'air, le couvert végétal. On distingue : l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle. (Gaagai, 2009)

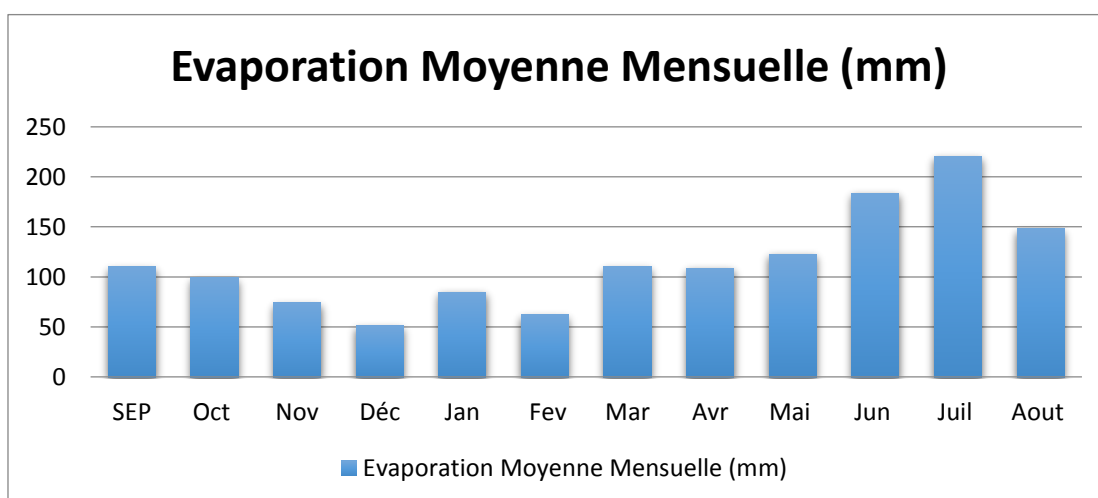


Figure 20 :Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (1998-2018)

II.5.2.6.Le Vent :

Le vent constitue certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement. Les arbres prennent un port en drapeau, leur tronc étant souvent incliné et leurs branches étant orientées dans la direction opposée à celle des vents dominants (Ramade, 2003).

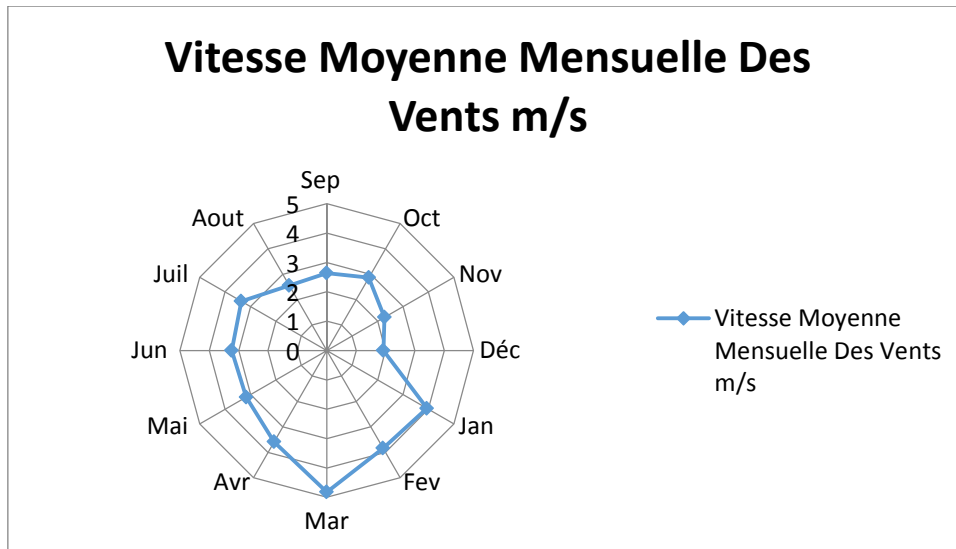


Figure 21 :Diagramme des moyennes des vitesses des vents de la période (1998-2018)

La vitesse moyenne annuelle des vents dans la région d'El Mahmel est de 3.18 m/s avec un maximum au mois de Mars et un minimum au mois de Décembre. Il est à craindre durant le mois de mai à juillet la manifestation du sirocco qui est un vent chaud et sec favorise

l'évapotranspiration causant ainsi de sérieux dégâts aux végétaux et notamment les cultures.

II.6. Cadre socio-économique

II.6.1. Les activités économiques qui existent dans la région

II.6.1.1.Pollution par les rejets solides et liquides :

Avant, les rejets sans traitement, les ordures ménagères et les eaux usées domestiques ont été déversés directement dans le périmètre des sebkhass, ces eaux usées viennent se concentrer dans le plan d'eau et contribuent à la surcharge de polluants chimiques et microbiologique du plan d'eau de la sebkhass, maintenant les agriculteurs ont coupé la canalisation à 500m pour l'irrigation de leurs terres par ses eaux usées.

II.6.1.2.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.

Un braconnage pratiqué dans les endroits fréquentés par des espèces menacées d'extinction a été constaté. De plus, la chasse du Flamant rose *Phénicoptères roseur* 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. 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*, 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.

II.6.1.3. Exploitation croissante des ressources hydriques :

L'exploitation croissante des ressources hydriques (superficielles et souterraines) pour les besoins de l'agriculture et d'eau potable 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.

-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 Sebkhat El-Mahmel. (Khabtham, 2015)

Chapitre 3 :
Matériel et méthodes

L'objectif de notre travail consiste à déterminer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de la Sebkhah de Ouled Amara, ville d'Elmahmel- Khenchela, cela nous mènera à suivre un protocole qui commence par les missions de reconnaissance de terrain, puis l'échantillonnage et en fin la réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques, et en fin, faire une conclusion sur la situation et donner les recommandations nécessaires.

Les analyses vont être effectuées au niveau du laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des eaux) pour juger la qualité des eaux concernées.

III.2. Matériels

III.2.1. In situ :

Nous avons besoin de :

Une glacière pour transporter les échantillons à une température de 4°C, cela empêchera toute interaction qui peut modifier la composition chimique ou microbiologique de l'échantillon. Des flacons de 1 litre en plastique sombre, afin d'éliminer toute interaction entre la matière et l'eau prélevée. Un multi-paramètre pour mesurer les paramètres in-situ.

III.2.2. en laboratoire :

- Les outils de sécurité (lunettes, gants, tablier, masque, pour éviter les frottements des produits nocifs..).
- Verrerie (bêchers et flacons à différents volumes).
- Pipettes (à différentes mesures).
- Multi paramètre.
- Spectrophotomètre UV visible (mesurer les anions- Spectrophotomètre à flamme (mesurer Les cations).

III.2.3. Prélèvement de l'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. 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 faciliter le travail et l'exploitation des résultats doit être évité les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant

Les Prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (**Rodier,1999**).

Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

- ✓ Identité des préleveurs ;
- ✓ Date et heure de prélèvement ;
- ✓ Motif de la demande d'analyse ;
- ✓ point de prélèvement d'eau ;
- ✓ Origine de l'eau

Dans le cas d'une eau souterraine, deux cas très différents peuvent se présenter. S'il

s'agit d'un captage ou d'un puits équipé d'une pompe, les prélèvements se situeront normalement au terme d'une épreuve de pompage ininterrompue d'une durée totale de l'ordre de 30 heures ou, tout au moins à la fin de la dernière journée d'une série de trois journées consécutives de pompage de 10 heures. S'il s'agit d'une source aménagée, effectuer le prélèvement au trop plein, sinon il convient de procéder à un aménagement provisoire.

Dans le cas du prélèvement à partie d'un robinet, il sera indispensable de faire couler l'eau pendant un certain temps (10 mn au moins).

Les porte-échantillons sont des bouteilles en plastique, d'un demi-litre de volume. Elles sont rincées trois fois avec de l'eau distillée et une fois avec avant les prélèvements. Les échantillons ainsi prélevés sont conditionnés dans un lieu à l'abri de la lumière et à une basse température. Pour cela nous avons effectué les prélèvements en profondeur et en utilisant des bouteilles en plastique (0,5L) afin d'éliminer toute interaction entre la matière et l'échantillon. En ce qui concerne la conservation des échantillons nous avons utilisé une glacière gardant la température à 4°C et les analyses physico-chimiques ont été effectuées dans les premières 24 heures au laboratoire et cela pour ne pas altérer l'échantillon (**Rodier,1999**).

Les échantillons destinés à l'analyse chimique doivent être prélevés pendant les heures normales d'exploitation, de 15 à 30 cm sous la surface de l'eau ou, lorsque la profondeur du bassin est inférieure à 30 cm, à mi-chemin entre la surface de l'eau et le fond du bassin. Les échantillons doivent être prélevés dans une partie peu fréquentée par les baigneurs au moment du prélèvement. Il faut également effectuer le prélèvement entre la sortie du système de filtration et le retour d'eau. Dans le cas des bains tourbillons, les échantillons peuvent être prélevés en tous points sous la surface de l'eau.

De plus, il est essentiel de respecter rigoureusement l'ensemble des instructions fournies par le fabricant des différentes trousse de mesures chimiques utilisées. Il est aussi primordial que la personne qui effectue les prélèvements ait les mains très propres pour éviter toute contamination subséquente (par la sueur, par des résidus de produits chimiques, etc.) au cours des manipulations.

Les cellules de mesure des différentes trousse doivent être propres et transparentes. Il faut les rincer avec l'échantillon avant de les remplir et d'ajuster le niveau de liquide. Il faut ensuite les essuyer avec un tissu propre et doux avant d'effectuer les comparaisons de couleur

pour que les parois externes soient propres et sèches. Les cellules doivent toujours être remplies au niveau demandé pour éviter des écarts dans les mesures.

Transport des échantillons

Les analyses bactériologiques doivent être commencées moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10°C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses (NA 762, 1990)

III.3. Mesure physico-chimique in situ

III.3.1. Mesure physique :

A chaque campagne d'échantillonnage, des mesures physico-chimiques ont été effectuées, il s'agit de la température, du pH et de la conductivité électrique, le total des solides dissous (TDS), l'oxygène dissout et la salinité, ont été mesurés à l'aide d'un multi paramètre de type « CONSORT C931 », Cet appareil permet de mesurer la salinité, mais vu la grande concentration des saumures, il affiche toujours le message hors échelle.

III.3.2. Mesure de la température T (°C) :

La température de l'eau, joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. La température est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à la consommation, elle est mesurée par un thermomètre (GREGORIO2007)

III.3.3. Mesure de 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 (Coulibaly, 2005).

Il est mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre portatif.

III.3.4. Mesure de la conductivité électrique (CE) :

La mesure de la conductivité électrique, est probablement l'une des plus simples et plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux. Valeur inverse de la résistivité, paramètre très largement utilisé en hydrochimie, la conductivité est fonction de la concentration en espèces ionisés, principalement de nature minérale. (Rodier, 1997)



Figure 22 : Conductimètre

III.3.5. Mesure du Total des Solides Dissous (TDS) et la salinité (SAL)

TDS : signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques.

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. La salinité était alors notée « S » et s'exprimait en g/kg ou en %.

III.3.6. Mesure de l'oxygène :

Un niveau adéquat d'oxygène dissous est essentiel pour les écosystèmes aquatiques. Un niveau d'oxygène dissous de 5 mg/l ou plus supportera la croissance de la plupart des espèces de poissons.

•Le Mode opératoire

Pour la **température**, plonger immédiatement la sonde du multi paramètre dans la source de l'eau à analyser jusqu'à la stabilisation de la température, la mesure de la température a été effectuée sur le terrain, au même endroit et au même moment avec le **pH**. La mesure de la **conductivité électrique** se fait sur terrain et elle se refait au laboratoire à l'aide d'un conductimètre. La mesure du **TDS** et **salinité**, se fait au moyen d'un multi-paramètre « **CONSORT C931** » sur terrain et elle se refait au laboratoire à l'aide d'un multi-paramètre de paillasse.

III.3.6. Analyses chimiques au laboratoire (Dosage des ions majeurs)

Les analyses des paramètres chimiques des échantillons sont effectuées au niveau du Laboratoire de l'ADE et le Laboratoire de l'université Abbes Laghrour Khenchela.

Les éléments chimiques majeurs concernés par cette étude analytique sont :

* **Cations** : NH_4^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^v et K^+

* **Anions**: Cl^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , HCO_3^- et NO_3^-

Afin d'obtenir des résultats fiables pour la détermination de la quantité des éléments minéraux majeurs ou mineurs constituant les eaux à étudier, des méthodes conventionnelles sont utilisées :

- La spectrophotométrie à UV et du visible.
- La spectrophotométrie à flamme.
- La méthode titrimétriques

Pour la préparation des échantillons pour l'analyse, l'eau doit être filtrée à l'aide d'un papier filtre n°1 (Figure 17) qui élimine la matière en suspension qui est toujours présente dans l'eau naturelle sous forme des particules d'origine minérale, organique ou biologique.

III.3.6.1. Analyse par spectrophotométrie UV-Visible (PC Mult Direct)

La spectrophotométrie UV -Visible est une méthode d'analyse utilisée pour les éléments qualitative et quantitative qui présente un grand intérêt pour le dosage de cations et d'anions. Elle est fondée sur la mesure de la quantité d'énergie absorbée par les molécules traversées par un faisceau de la lumière monochromatique. L'énergie absorbée correspond à une transition électronique d'un niveau fondamental à un niveau excité (**Tahar-Cherif, 1994**).

•Principe

La technique de spectrophotométrie ou d'absorptiomètre est basée sur la propriété de la matière, et plus particulièrement de certaines molécules, d'absorber certaines longueurs d'ondes du spectre UV-visible. Elle permet de réaliser des dosages grâce à la loi de Berr-Lambert qui montre une relation de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration, aussi bien qu'une étude structurale des complexes par l'étude des spectres d'absorption.

Cette méthode est basée sur l'utilisation d'un spectrophotomètre qui détermine l'absorption d'une solution pour une longueur d'onde donnée ou pour une plage de longueurs d'ondes judicieusement choisie.

•Manipulation

La manipulation dépend du spectroscope utilisé. Néanmoins, il est impératif de préparer au moins deux cuves :

- Une cuve où le produit dont on veut le spectre est dilué dans un solvant
- Une cuve de solvant pur qui servira de référence (appelé le " blanc ")

On réalise le spectre entre une longueur d'onde de départ et une longueur finale.

Remarque : le solvant peut être un mélange de solvant. Le blanc est nécessaire. En effet, si le solvant absorbe dans le domaine de longueur d'onde choisit pour tracer le spectre, on va avoir Superposition des courbes. Le spectrophotomètre fait la différence des deux signaux de transmission : il ne reste plus que le spectre du produit dilué.



Figure 23 :Le spectrophotomètre UV-Visible

III.3.6.2. Détermination des nitrites (NO_2^-)**•Principe**

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec le N(Naphtyle) éthylène diamine donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage colorimétrique.

•Mode opératoire

- ✓ Prendre 50 ml d'eau à analyser
- ✓ Ajouter 1 ml de réactif mixte.
- ✓ L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .
- ✓ Lire au spectrophotomètre.

•Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

III.3.6.3. Détermination du nitrate (NO_3^-) (Méthode au Salicylate de Sodium)

La lecture se fait à la longueur d'onde 420 nm.

•Principe

En présence de Salicylate de Sodium, les Nitrates donnent de Sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimètre.

•Mode opératoire

- ✓ Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- ✓ Ajouter 2 à 3 gouttes de Na OH à 30 %
- ✓ Ajouter 1 ml de Salicylate de Sodium.
- ✓ Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à une température de 75-88 °C.
- ✓ (Ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps) laisser refroidir.
- ✓ Reprendre le résidu avec 2 ml de H_2SO_4 pur laissé reposer 10 mn.
- ✓ Ajouter 15 ml d'eau distillée
- ✓ Ajouter 15 ml de Tartrate double de Sodium et de Potassium.
- ✓ Lire au spectrophotomètre.

•Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

III.3.6.4. Détermination des sulfates (SO_4^{2-})

•Mode opératoire

- ✓ Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- ✓ Ajouter 5 ml de la Solution Stabilisante
- ✓ Ajouter 2 ml de Chlorure de Baryum.
- ✓ Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- ✓ Lire au spectrophotomètre.

La lecture se fait à une longueur d'onde 420 nm.

•Principe

Les ions Sulfates SO_4^{2-} sont précipités et passés à l'état de Sulfates de Baryum en présence de la solution stabilisante.

•Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/

III.3.6.5.La spectrophotométrie à Flamme :

Pour un atome à l'état libre, le passage de l'état fondamental à l'état excité est conditionné à la fourniture d'un quantum d'énergie correspondant à la différence d'énergie entre le niveau excité (E_n) et le niveau fondamental (E_0), plusieurs transitions électroniques étant possibles suivant la quantité d'énergie fournie. Ce transfert correspond à une absorption d'énergie, qui peut être réémise spontanément sous forme de photons lors du retour à l'état fondamental initial. L'utilisation de ce phénomène constitue la base de la spectrométrie d'émission, encore Appelée photométrie de flamme).

•Principe

Lorsqu'une solution est pulvérisée dans une flamme, l'eau ou le solvant s'évapore ; les sels et leurs produits de décomposition sont dissociés à l'état d'atomes ou de radicaux. Ceux-ci sont excités par l'énergie thermique de la flamme, leur retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission d'une radiation de fréquence caractéristique de l'élément mis en solution et dont l'intensité est fonction de sa concentration. L'élément est dosé en mesurant l'intensité des raies émises par la fraction des atomes passés à l'état excité. En effet, pour une population d'éléments atomisés dans la flamme, une fraction est excitée et provoque une émission lumineuse dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en éléments excités et donc à la concentration de cet élément dans l'échantillon. Cette relation suppose que la fraction d'éléments atomisés est

Rigoureusement identique tout au long de la procédure, ce qui ne peut être assuré que pour de faibles concentrations en éléments et pour des conditions instrumentales rigoureusement identiques (**Rodier**).

•Réglages préliminaires

Le flux lumineux reçu par la cellule contient la somme de deux flux :

L'un provient de l'émission de l'élément à doser, l'autre provient de la flamme elle-même.

Cette dernière émission est le fond de flamme. Ce fond de flamme peut être compensé à l'aide de boutons qui permettent de ramener la valeur de l'indication à zéro lorsque l'échantillon est constitué d'eau distillée. Le photomètre étant branché et réglé sur la position Na (ou K), pulvériser de l'eau distillée et faire le réglage du zéro (Afficher 0 à l'aide du bouton)

•Mesures

- Placer le filtre sur Na ou K selon le dosage.
 - Mesurer les éthanols (Na^+ et K^+) pour 100,50 et 25 ppm à l'aide des deux potentiomètres
- « Sensitivité fine et coarse ».
- Noter l'indication correspondante à chaque solution.
 - Faire passer la solution à doser (les échantillons), noter la graduation.
 - Entre chaque mesure, rincer le dispositif de pulvérisation à l'eau distillée. Les éléments chimiques utilisés par le spectromètre à flamme sont : Na^+ et K^+ .



Figure 24 : les étalons mesurés par le spectrophotomètre

III.3.6.6. La méthode titrimétrie :

La titrimétrie comprend l'ensemble des méthodes analytiques basées sur la détermination d'un réactif de concentration connu qui est nécessaire pour réagir complètement avec une solution de volume connu contenant la substance à analyser. Le réactif peut être une solution étalon (c.-à-d. une solution de concentration connue avec précision) (titrage volumétrique), un produit chimique (titrage gravimétrique ou par précipitation) ou un courant électrique de grandeur connue.

Une titration consiste à déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution par une réaction de neutralisation de cette espèce : une solution de concentration connue, appelée titrant, est utilisée pour neutraliser une espèce chimique, appelée analyte, contenue dans la solution à titrer. Le point de neutralisation, ou équivalence, est connu via la mesure continue d'un paramètre directement lié à cette réaction de neutralisation (ex : changement de couleur, pH, potentiomètre). Il s'agit du moment où le titrant et l'analyte ont réagi dans des proportions stœchiométriques : la quantité de titrant utilisée renseigne alors sur la quantité d'analyte présent dans l'échantillon. Le volume équivalent de titrant est ensuite déterminé de manière très précise par la méthode de Gran (1952).



Figure 25 : Le dosage titrimétries

III.3.6.7. Détermination des chlorures Cl^- (Méthode de MOHR)**•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.

•Mode opératoire

- ✓ **Le blanc** :Prendre 100 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $l'AgNO_3$ à 0.02 mol/l.
- ✓ **Le titre** :Prendre 10 ml de $Na Cl$ à 0.02 mol/l +90 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 .Puis titrer avec le $l'AgNO_3$ à 0.02 mol/l.
- ✓ **L'échantillon** :Prendre100 ml d'échantillon + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le $l'AgNO_3$ à 0.02 mol/l.

Le tirage se fait jusqu'au virage rouge brique.

✓ Calcul :

$$[Cl^-] = (VE - VB) * C * F / PE$$

VE : Volume de $l'AgNO_3$ utilisé pour l'échantillon.

VB : Volume de $l'AgNO_3$ utilisé pour le blanc.

PE : la prise d'essai 100 ml

C : La concentration réelle de $l'AgNO_3$ en mol/l ($C = 0.02 * \text{Titre} / \text{Titre} = 10 / VT$).

F : La masse molaire du Chlore $M = 35.5$ g/mole.

III.3.6.8.Détermination th et TAC (Méthode de MOHR)

•Principe

Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en Alcalis libres, Carbonates et Bicarbonates. (**Bicarbonate= TAC*12.2**) ; (**Magnésium= (TH-CA) *4.86**).

•Titre Hydrométrique (TH)

Prendre 50 ml d'échantillon, ajouter 4 ml de KID, ajouter 2 gouttes de NET et titrer avec EDTA pour obtenir le virage Bleu.

•Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

-**Le blanc** : Prendre 100 ml d'eau distillée + 3 gouttes de Méthyle orange. Puis titrer avec le H_2SO_4 (N/50).

- ✓ **Le titre** : Prendre 10 ml de Na OH (N/50) +90 ml d'eau distillée + 3 Gets de Méthyleorange. Puis titrer avec le H₂SO₄ (N/50).
- ✓ **L'échantillon** :Prendre100 ml de l'échantillon plus 3 gouttes de Méthyleorange. Puistitrer avec le H₂SO₄ (N/50).

Le tirage se fait jusqu'au virage jaune

III.3.6.9.Détermination du Ca²⁺ (Méthode Rodier 8ème ED 2005)

•Principe

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel di sodique de l'Acide Ethylène diamine tétra étique à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage de deux indicateurs sur un même échantillon s'effectue le dosage successif du Calcium.

•Mode opératoire

Prendre 50 ml d'eau à analyser. Ajouter 2 ml de Na OH. 3 gouttes de Bleu ajouter 0.2g de HS. Verser la quantité nécessaire de solution d'EDTA pour obtenir le virage au violet.

III.4. Analyse microbiologique

Ces analyses ont été effectuées dans le laboratoire de bureau d'hygiène de kenchela. Les analyses microbiologiques habituellement effectuées sur une eau destinée à la consommation humaine sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- ❖ Dénombrement des germes totaux.
- ❖ Recherche des streptocoques fécaux.
- ❖ Recherche des coliformes totaux et fécaux.
- ❖ Recherche des salmonelles.
- ❖ Recherche des vibron-chloriques.
- ❖ Dénombrement des clostridium sulfite réducteurs.

III.4.1.Dénombrement des germes totaux

Le dénombrement des germes totaux consiste en une estimation du nombre des germes totaux dans l'eau.

➤ **Milieu de culture** : Gélose glucosée tryptonée à l'extrait de levure (TGEA)

➤ Mode opératoire :

- Le milieu gélosé TGEA est fondu dans un bain marie à 100°C puis refroidi à environ 40°C.
- Verser 1ml d'eau à analyser dans deux boîtes de pétri.
- Ajouter 15 ml de TGEA fondu et refroidi à environ 40°C.
- Mélanger avec précaution par rotation.
- Laisser la gélose se solidifier.
- Incuber une boîte à 22°C pendant 72h et la deuxième à 37°C pendant 24h.

III.4.2. Recherche des coliformes totaux

Consiste à déceler et à dénombrer les germes coliformes et parmi lesquels les coliformes fécaux. Elle compte deux temps :

- La recherche présomptive des coliformes.
- La recherche confirmative des coliformes fécaux.

III.4.3. Recherche des Streptocoques fécaux

➤ Principe

Rechercher et dénombrer les streptocoques fécaux considérés comme des témoins de pollution fécale. Elle compte deux temps :

La recherche présomptive du streptocoque.

La recherche confirmative des streptocoques fécaux.

➤ Milieu de culture

Milieu de Roth à D/C.

Milieu de Roth à S/C.

Milieu de lits.

➤ Mode opératoire

1^{ère} étape : Test présomptif

La recherche se fait en bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe) simple et double concentration.

On ensemence

- Flacon contenant 50ml de bouillon de Rothe double concentration avec 50 ml d'eau.

-5 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau.

-5 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 1 ml d'eau.

-Incubation pendant 48h à 37°C.

III.4.4. Dénombrement des Clostridium sulfite réducteurs

➤ Principe

Après la destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C, l'échantillon est incorporé dans un milieu fondu additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito- réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies.

➤ Milieu de culture

Gélose viande foie.

Solution d'alun de fer.

➤ Mode opératoire

On introduit dans 4 tubes à essai 20ml d'eau à analyser (5 ml dans chaque tube).

On place les tubes dans un bain marie à 80°C pendant 5 minutes.

On refroidit à 45°C, on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et quatre gouttes des sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes avec 15 ml de gélose viande foie.

On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24h, une deuxième après 48h.

Les clostridium sulfato-réducteurs réduisent le sulfite de sodium produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de fer.

III.5. Méthodes utilisés pour l'analyse des résultats

L'interprétation des analyses chimiques reposent sur la cartographié hydrochimiques pour illustrer le faciès chimique des eaux et remonter leur origine. Cette représentation utilise des diagrammes puisés dans le logiciel qui s'appelle **DIAGRAMME** initié par le docteur Roland SIMMLER du laboratoire d'hydrogéologie de l'université d'Avignon.

Le recours à des diagrammes et graphiques divers est donc assez fréquent et utile en hydrochimie.

III.5.1. 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 hydrochimiques des eaux par rapport à la concentration relatives des actions 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. (Valles, 2007)

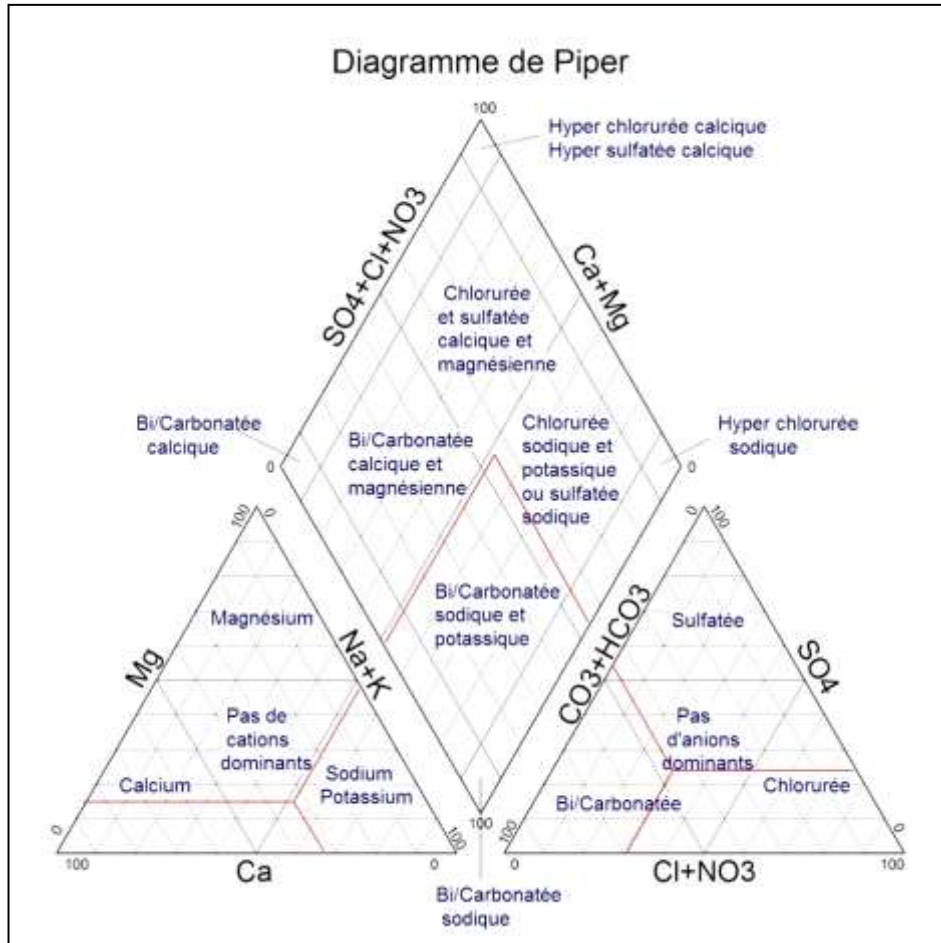


Figure 26 : Diagramme de Piper

III.5.2. Diagramme de Schoëller et 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.

Un groupe d'eau de minéralité variable mais dont les proportions sont les mêmes pour les éléments dissous, donnera une famille de lignes brisées parallèles entre elles. Lorsque les lignes se croisent, un changement de faciès chimique est mis en évidence.

Il est ainsi possible de visualiser le faciès chimique, comme pour le diagramme de Piper, mais aussi la minéralisation de l'eau, ce qui est appréciable. Toutefois, la visualisation du faciès est moins aisée qu'avec le diagramme de Piper. (Valles, 2007)

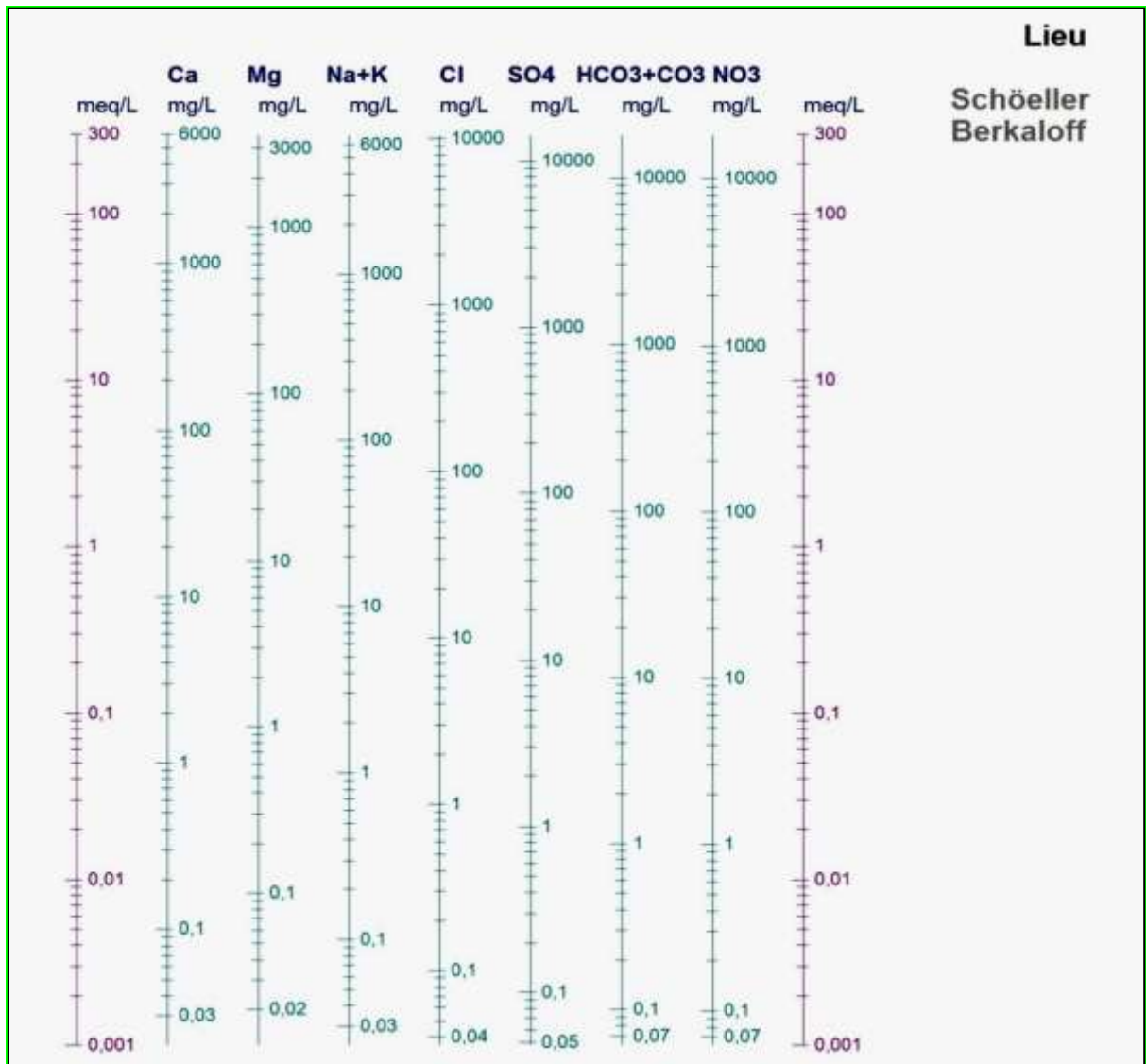


Figure 27 : Diagramme de Schoëller et Berkaloff.

Conclusion
Générale

Conclusion générale

Conclusion :

L'étude que nous avons entamée est une première dans cette zone humide. Les études ultérieures n'ont discuté que la partie physicochimique. Nous avons effectué plusieurs sorties de terrain pour choisir les points d'échantillonnage et investiguer sur les activités polluantes dans les alentours de la Sebkhia.

La situation sanitaire dans le monde et la pandémie du Covid-19 ont malheureusement met fin a notre travail pratique, cela nous a donné l'idée de faire une récapitulation de toute les études menés dans la région et sortir d'une conclusion sur la situation en générale. Cela a donné les résultats suivant :

L'étude hydrochimique de la zone d'ElMahmal, a porté sur les éléments majeurs des eaux de la nappe phréatique. Plusieurs campagnes de prélèvements ont été menées, sur une période de cinq ans (2013-2018). Les analyses révèlent une grande diversité des compositions chimiques, les résultats d'analyses des échantillons précédentes se répartissant entre 5 faciès :

Sulfaté calcique, bicarbonaté calcique, chlorurée, sulfatées calciques et magnésienne.

Les analyses montrent que :

*Dans la zone d'étude la dégradation de la qualité des eaux est due essentiellement à la présence des nitrates qui semblent être liés aux eaux usées rejetées sans traitement et à l'utilisation des engrais en agriculture.

*La minéralisation des eaux, qui est généralement élevée, fait peser un risque de salinisation des sols.

*L'irrigation avec des eaux riches en sels peut entraîner la fixation de sodium sur le milieu adsorbant du sol, donc un processus de salinisation.

Dans un future proche nous espérons, la création d'une cellule de crise qui permet de trouver une solution pour la pollution des eaux de la Sebkhia, qu'elles soient d'origines industrielles ou qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme, de mettre en protection cette région contre toute forme de dégradation ou il serait interdit de forer.

Nous espérons par ce travail avoir contribué d'une façon admissible dans le domaine de la protection de l'environnement et des eaux souterraines en Algérie.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographique

Anonyme , 2004 : atlas des zones humides d'importance internationale. Ministère agriculture Développement Rural. Direction générale des forets.75p

Arroudj., Benamor N. (2014). Approche hydrogéochimique à l'étude d'a salinité des eaux superficielles et souterraine de la nappe d'El-Mahmel (sud de khenchela) mastergénie de l'environnement, université de Abbés Laghrour khenchela.

Attoucheik L. (2006). Etude géochimique des rejets du complexe minier de Kherzet Youssef (SETIF) et son impact sur l'environnement, Mémoire de Magister, IST. USTHB, Algérie, p200.

Bouzaini M.(2000). L'eau de la pénurie maladie. Bureau d'étude et de réalisation des ouvrages U.R.T.O, PADV de Hassi ben abdellah Phase 1 : rapport d'orientation Ed. IBNKHALDOUN. , Oran. Pp 59 à 64.

Chalabi. (1990).Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune : cas du lac Tonga (parc national d'El-Kala). Thèse de Magister, INA. 133p.

Cherouana N. (1996). Contribution à la cartographie et à l'écologie de la végétation aquatique du lac des oiseaux. Thèse d'ingénieur, I.N.A., El Harrach, 102p.

Debièche TH. (2002). Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse Nord-est Algérien. (Thèse Doctorat Université de Franche-Comté, 2002). P261.

Dégréement. (1998). Mémento technique de l'eau. 8ème. Édition Tec & Doc. Paris 986.

Djebaili S. (1984). Steppe algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger. P12.

Girardin MPet al.(2014).InusuelForestgothdécline in boréal North America covaries with the retreat of Arctic sea ice. *Glob. Chang. Biol.*20, 851–866.

GlaudeB., Robert P.(2001).chimie de l'environnement (air, eau ; sol, déchet) de bœck, paris, 299 p.

Gouaidia L. (2008). Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physico-chimiques des eaux d'une nappe en zone semi-aride, cas de la nappe de Meskiana Nord-est Algérien. Thèse de Doctorat Université Annaba.

Références bibliographique

Gregorio C ., Pierre-MarieB.(2007).Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Uni. Franche-Comté, 356 p.

Halimi A.(1981). L'atlas blidéen "climat et étages végétaux", OPU, Alger, p623

Hughes R.H. et Hughes J.S. (1992) - A directory of African Westland. IUCN, Gland.

Khabthane Abdelhamid (2015) : Etude sur la zone humide « Sebkhha El Mahmel », PHASE 03 : Menaces écologiques sur Sebkhhat El Mahmel « Chott Sbikha ».

Ledant JP., Van Dijk G. (1977). **Situation** des zones humides algériennes et de leur avifaune. Aves n° 14. Pp217-232.

Mabardi A. (2005). Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, Thèse de doctorat d'état, Université de Mentouri Constantine.

Medyouni F.(1996). Bilan et analyse des recensements hivernaux d'oiseaux d'eau en Algérie depuis 1971. Thèse d'ingénieur. INA. Pp 5-18.

RamadeF. (2000). Dictionnaire encyclopédique des pollutions – les polluants de l'environnement à l'Homme. Edi science, Paris. P 127-129-144.

Ramade F. (2002) - Editorial Zones humides infos. N°38. 4ème trimestre 2002. Société Nationale de Protection de la Nature. Paris.

Ramade, 2003 : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Dunod, Pp1063.

Ramsar. (2013). 50 sites RAMSAR classés zones humides d'importance internationale en Algérie, 30 janvier

Rodier J.(1997).L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire Et Eau De Mer), 8ème Edition, Dunod, Paris,p 66.

Rodier J. (1998). L'analyse de l'eau.8eme édition, Dunod, Paris

Rodier J. (2005). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaire, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.

Rodier. (1999). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaire, Eau de mer. Paris, 7ème édition, Dunod.

Références bibliographique

Rodier J., Bazin et al. (2005). L'analyse de l'eau, eaux naturelle, eau résiduaires et l'eau de mer. 8ème Ed. Dunod, paris, p1383.

Rodier J.(2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition, Dunod ; 1526 p.

Rodier. (2009). L'analyse de l'eau, eaux naturelle, eau résiduaires et l'eau de mer. 8ème Ed. Dunod, paris, p1383.

Zella I. (2007). L'eau pénurie ou incurie. Edition: OPU. Office des Publications Universitaires.

Site internet :

[https://www.ramsar.org/fr/zone-humide/algerie.](https://www.ramsar.org/fr/zone-humide/algerie)

Résumé

Notre étude porte sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la zone humide Elsbekha dans la région d'elmahmel a l'est de la ville de khenchela, cette Sebkha qui constitue l'unique zone humide de la région et qui est caractérisée par une grande biodiversité. La mission de terrain a révélé la situation catastrophique qui subissait cette zone depuis le diversement des eaux usées non traitées dedans. Nous avons préparé un protocole pour enquêter sur la qualité des eaux de la Sebkha mais la pandémie du COVID19 a empêché l'achèvement de cette partie pratique.

A la lumière des études ultérieurs nous avons constaté qu'un périmètre de sécurité doit être établi autour de la sebkha pour empêcher la migration des polluants et que l'installation d'une station d'épuration des eaux est primordiale avant que les choses s'aggravent.

Mots clés : sebkha, pollution, Eau, bactériologique, Khenchela.

الملخص

تركز دراستنا على الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه مستنقعات السبخة في منطقة المحمل شرق مدينة خنشلة، هذه السبخة التي تشكل الأراضي الرطبة الوحيدة في المنطقة والتي تتميز بتنوع بيولوجي كبير. كشفت البعثة الميدانية الوضع الكارثي الذي عانت منه هذه المنطقة من تحويل مياه الصرف الصحي غير المعالجة فيها. لقد أعدنا بروتوكولاً للتحقق من جودة مياه السبخة، لكن وباء كورونا تسبب في عدم إكمال الجزء العملي.

في ضوء الدراسات اللاحقة وجدنا أنه يجب إنشاء محيط أمني حول السبخة لمنع انتقال الملوثات وأن تركيب محطة معالجة المياه أمر ضروري قبل أن تسوء الأمور. الكلمات الدلالية : السبخة، التلوث، المياه، البكتريولوجية، خنشلة

Abstract

Our study focuses on the physico-chemical and bacteriological quality of the waters of the Elsbekha (Wetland) in the region of El-Mahmel East of the city of Khenchela, This Sebkhha which constitutes the only Westland in the region and which Is characterized by a great biodiversity. The field mission revealed the catastrophic situation that suffered this area from the diversion of untreated wastewater in it. We have prepared a protocol to investigate the water quality of the Sebkhha, but the COVID19 pandemic has prevented the completion of This practice part.

In the light of subsequent studies we found that a security perimeter must be established around the sebkhha to prevent the migration of pollutants and That the installation of a water treatment plant Is essential before things go worse.

Keywords: sebkhha, pollution, Water, bacteriological, Khenchela.