

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABBES LAGROUR KHENCHELA

## Mémoire de fin d'étude

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : *Ecologie*

Spécialité : *Ecologie Fondamentale et Appliquée*



## Thème

*Etude des paramètres physico-chimique des  
eaux de la commune d'El Mahmel  
(w.Khenchela)*

Présenter Par :

Saidi kaouther

Salib rayene

Encadré par :

Mdme .Ouaness .Miyada

Jury de soutenance :

*Président : Mme.Berkani Cherifa*

*Encadreur : Mme.Ouenes Miyada*

*Examinatrice: Mme.Mezhoud Amel*

*MCB Uni Khenchela*

*MAA Univ. Khenchela*

*MAA Univ. Khenchela*

Promotion 2022



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:  
"وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ"



## **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, madame **OUANE MIYADA** 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 gratitudeux aux membres du jury de la commission de suivi de ce travail notamment, Madame **MZEHOUD AMEL** et **BERKANI CHERIFA***

*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**

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui m'ont toujours tenu et Sacrifié leurs bons moments pour que je réussisse dans ma vie  
celle qui a sacrifié sa noble existence pour que je sois,  
ce que je Suis aujourd'hui, qui est la plus chère du monde  
Ma mère.*

*A celui qui a sacrifié sa vie pour mon bonheur en mon bien Etre  
Mon père.*

**A :**

**Mon frère :RAMZI**

**Ma seour :LAMIA**

**Ma belle seour :FADHILA**

**Mon âme :DJAWAD et Ma princesse :JOURI**

**A la mémoire de mes grands-parents**

**A toutes mes chères amies : C.RANIA ET**

**K.CHAHIRAA Toute ma famille**

**Mon binôme : la source de mon bonheur RAYEN**

**A Tous Mes collègues de la promotion 2021-2022**

**écologie fondamental et appliqué.**

**KAOUTHER**



## *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 mes chères frères : NASRO . HAROUN.*

*MOUATEZA ma seour : SALSABILE*

*A Mon binôme : Mon bonheur et ma force*

*KAOUTHERA toutes mes chères amies*

*A tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce  
modeste travail et tous ceux qui nous sont chers.*

*A Tous Mes collègues de la promotion 2021-2022  
écologie fondamentale et appliqué*

## Liste des Abréviations

**%** : Pourcentage

**A.D.E** : Algérienne des eaux

**AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate d'argent

**B.N.E.F** : Bureau Nationales études forestières

**C.E** : Conductivité électrique

**C.E.** : Conservation de la Foret

**C°**: Degree Celsius

**Ca<sup>++</sup>** : Calcium

**Cl<sup>-</sup>** : Chlorures

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique

**H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>** : Acide Phosphorique

**HCl** : Acide chlorhydrique

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Bicarbonate

**J.O.R.A** : Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire

**K<sup>+</sup>** : Potassium

**K<sub>2</sub>Cr<sub>4</sub>** : Chromate de potassium

**Km** :Kilomètre

**m** : Mètre

**Mg/l** : Milligramme par litre

**Mg<sup>++</sup>** : Magnésium

**N.T.U** : Nephelometric Turbidity Unit

**Na OH** : Hydroxyde de soduim

**Na<sup>++</sup>** : Sodium

**Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Sulfate de soduim

**O.M.S** : Organisation Mondiale de Santé

**pH** : Potentiel d'Hydrogène

**S** : Sud

**SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>** : Sulfate

**T°** : Température

**$\mu\text{S}/\text{cm}$**  : Microsimens par centimètre

**M.E.S** : Matières en suspension

## Liste des figures

### Figure n°

<b>01</b> : Situation géographique du bassin versant de l'El Mahmel (2020).....	03
<b>02</b> Profil topographique (N-S) à travers la commune d'ElMahmel.....	04
<b>03</b> Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2010- 2021).....	10
<b>04</b> Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période (2010- 2021).....	11
<b>05</b> Diagramme d'humidité moyenne mensuelle de la période (2010-2021) .....	12
<b>06</b> Diagramme des moyennes des vitesses maximales instantanées des vents de la période (2010-2021).....	13
<b>07</b> Diagramme des moyennes des durées totales d'insolation de la période (2009- 2017).....	14
<b>08</b> Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (2009- 2017).....	15
<b>09</b> Diagramme des moyennes de neige de la période (2009-2017).....	16
<b>10</b> Diagramme des moyennes des nombres de jours de Grêle de la période (2009- 2017).....	16
<b>11</b> Abaque de l'indice d'aridité annuel de Martonne de la wilaya de khenchela.....	18
<b>12</b> Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls (Station d'el Hamma (2010- 2021).....	19
<b>13</b> Climagramme d'Embergie pour la zone d'étude(khenchela ).....	21
<b>14</b> glacier pour le transport de l'échantillon (ADE ; 2022).....	29
<b>15</b> photo personnel (ADE ;2022)	
<b>16</b> Les appareils de mesure des paramètres physique (photo personnel ADE ;2022).....	30
<b>17</b> Réactif II utiliser (ADE ; 2022).....	32
<b>18</b> Détermination des NITRITES (NO <sub>2</sub> -).....	36
<b>19</b> Virage violet et bleu (ADE 2022).....	40
<b>20</b> virages rouge brique (ADE 2022).....	41
<b>21</b> coloration avec Méthyle orange.....	43

<b>22</b>	Diagramme de pH des eaux de la zone d'étude. 2018-2022).....	45
<b>23</b>	Diagramme de températures de la zone d'étude. (2018-2022).....	46
<b>24</b>	Diagramme de conductivité de la zone d'étude. (2018-2022). ....	47
<b>25</b>	Diagramme de la turbidité de la zone d'étude (2018-2022).....	48
<b>26</b>	Diagramme de concentration de sulfate dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).....	49
<b>27</b>	Diagramme de concentration de chlorure dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).....	50
<b>28</b>	Diagramme de concentration de bicarbonate dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).....	51
<b>29</b>	Diagramme de concentration de nitrate dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).....	52
<b>30</b>	Diagramme de concentration de magnésium dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).....	53

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Page</b>
<b>N° : 01</b>	<b>la situation des forges</b>	<b>08</b>
<b>N° :02</b>	<b>Les caractéristiques de la station d'EL HAMMA – khenchela</b>	<b>09</b>
<b>N° :03</b>	<b>Régime saisonnier des précipitations</b>	<b>18</b>
<b>N°: 04</b>	<b>l'ETR selon la formule de turc</b>	<b>22</b>
<b>N°: 05</b>	<b>bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station de khenchela.</b>	<b>23</b>

# ***TABLE DES MATIERS***

# **Table des matières**

<i>Résumé en français</i> .....	<i>i</i>
<i>Résumé en arabe</i> .....	<i>i</i>
<i>Résumé en anglais</i> .....	<i>ii</i>
<i>Liste des figures</i> .....	<i>iii</i>
<i>Liste des tableaux</i> .....	<i>iv</i>
<i>Liste des abréviations</i> .....	<i>v</i>
<i>Sommaire</i> .....	<i>vii</i>
<i>Introduction générale</i> .....	<i>1</i>

## **1- Partie théorique**

### **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

<i>1. Situation géographique administrative</i> .....	<i>03</i>
<i>1. Relief</i> .....	<i>04</i>
<i>1.1. Pédologie</i> .....	<i>04</i>
<i>2. Climatologie</i> .....	<i>05</i>
<i>3. Géologie</i> .....	<i>05</i>
<i>3.1. La Stratigraphie</i> .....	<i>05</i>
<i>3.1.1. Le Trias</i> .....	<i>05</i>
<i>3.1.2. Le Crétacé</i> .....	<i>06</i>
<i>3.1.3. Le Jurassique</i> .....	<i>06</i>
<i>3.1.4. Le Miocène</i> .....	<i>06</i>
<i>4. Ressources en eau</i> .....	<i>06</i>
<i>4.1. Les eaux superficielles</i> .....	<i>06</i>
<i>4.2. Les eaux souterraines</i> .....	<i>07</i>

### **Chapitre II : L'étude climatique de la zone d'étude**

<i>Introduction</i> .....	<i>09</i>
<i>2. Étude des paramètres climatiques</i> .....	<i>09</i>
<i>2.1. Température</i> .....	<i>09</i>
<i>2.2. La Précipitation</i> .....	<i>10</i>

<i>2.3. Humidité .....</i>	<i>11</i>
<i>2.4. Le vent.....</i>	<i>12</i>
<i>2.5. Insolation .....</i>	<i>13</i>
<i>2.6. L'évaporation.....</i>	<i>14</i>
<i>2.7. Neige .....</i>	<i>15</i>
<i>2.8. La grêle .....</i>	<i>16</i>
<i>3. Synthèse climatique .....</i>	<i>17</i>
<i>3.1. Indice d'aridité .....</i>	<i>17</i>
<i>3.2. Le régime saisonnier .....</i>	<i>18</i>
<i>3.3. Indice de Gaussen .....</i>	<i>19</i>
<i>3.4. Le diagramme de Quotient pluviothermique d'Emberger .....</i>	<i>20</i>
<i>4. Bilan hydrique .....</i>	<i>21</i>
<i>4.1. Mesure de l'ETR (l'évapotranspiration réelle) .....</i>	<i>22</i>
<i>4.2. ETR selon la formule de Turc.....</i>	<i>22</i>
<i>4.3. L'ETR selon la C.W.Thornthwaite .....</i>	<i>22</i>
<i>4.4. L'ETP (l'évapotranspiration potentielle) .....</i>	<i>23</i>
<i>4.5. Interprétation du bilan d'eau de Thornthwaite.....</i>	<i>24</i>

## *2- Partie pratique*

### *Chapitre III : matériels et méthodes*

<i>Introduction .....</i>	<i>25</i>
<i>Objectif.....</i>	<i>26</i>
<i>I. Analyses.....</i>	<i>26</i>
<i>1. Echantillonnage .....</i>	<i>26</i>
<i>1.1. Modifications possibles de l'échantillon .....</i>	<i>26</i>
<i>2. Prélèvement .....</i>	<i>27</i>
<i>3. Etiquetage.....</i>	<i>28</i>
<i>4 Matériels .....</i>	<i>29</i>
<i>4.1. Matériels de prélèvement.....</i>	<i>29</i>
<i>-In situ.....</i>	<i>29</i>
<i>- Matériels de laboratoire .....</i>	<i>29</i>
<i>5. Technique de prélèvement.....</i>	<i>30</i>

## • Analyse

6. Analyse physico-chimique.....	31
6.1. Analyse électrochimique.....	31
6.1.1. La conductivité électrique (CE).....	31
- Principe.....	31
- Mode opératoire.....	31
6.1.2. Le potentiel hydrogène (pH).....	32
- Principe.....	32
- Mode opératoire.....	32
6.1.3. La température.....	33
- Principe.....	33
- Mode opératoire.....	33
6.1.4. Minéralisation globale.....	33
- Principe.....	33
- Mode opératoire.....	33
6.1.5. La turbidité.....	33
- Principe.....	33
- Mode opératoire.....	33
7- Analyses chimiques (Dosage des ions majeurs).....	34
7.1. Détermination de : L'AZOTE AMMONIACAL ( $NH_4^+$ ).....	34
7.2. Détermination des : NITRATE ( $NO_3^-$ ).....	37
7.3. Détermination des : PHOSPHATES ( $PO_4^{3-}$ ).....	37
7.4. Détermination des : SULFATES ( $SO_4^{2-}$ ).....	38
• La méthode titrimétrie.....	39
7.5. Détermination du : $Ca^{2+}$ et du $Mg^{2+}$ .....	39
7.6. Détermination des : CHLORURES.....	40.
7.7. Détermination TA-TAC.....	42
7.8 Titre Alcalimétriques (TA).....	43
7.9Détermination du : RESIDU SEC.....	44

## Chapitre IV : résultats et interprétations

I. Introduction.....	45
----------------------	----

<i>2. Résultats d'analyse obtenue.....</i>	<i>45</i>
<i>1.1. Les paramètres physiques.....</i>	<i>45</i>
<i>1.1.1. Le Potentiel d'Hydrogène Le (pH).....</i>	<i>45</i>
<i>1.1.2. La température.....</i>	<i>46</i>
<i>1.1.3. La conductivité.....</i>	<i>47</i>
<i>1.1.4. La turbidité... ..</i>	<i>48</i>
<i>2.1. Etude analytique des éléments chimiques .....</i>	<i>48</i>
<i>2.1.1. Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).....</i>	<i>48</i>
<i>2.1.2. Les chlorures (Cl<sup>-</sup>).....</i>	<i>49</i>
<i>2.1.3. Les bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)... ..</i>	<i>50</i>
<i>2.1.4. Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).....</i>	<i>51</i>
<i>2.1.5. Le Magnésium (Mg<sup>2+</sup>).....</i>	<i>52</i>

## *Conclusions générale*

## *Références bibliographiques*

# ***INTRODUCTION***

# INTRODUCTION

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité.

**(MOHAMMEDI et al ; 2015) .**

En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en Irrigation et l'industrie.

L'eau (en latin aqua) , est un corps liquide à la température et à la pression normale, incolore, inodore et insipide, dont les molécules sont composées d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogènes, sa formule chimique est représentée par H<sub>2</sub>O et sa masse moléculaire est de 18g. L'eau se présente dans la nature sous trois états, liquide, solide et gazeux, les changements de phase de l'eau dépendent essentiellement de la température et de la pression.**(Allouche et al ; 2011).**

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

La problématique de l'eau est un problème de quantité et de qualité, c'est-à-dire de ressources et de pollution. La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources en eau. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. **(Mecheri et al ; 2019).**

Notre but de cette réalisation de ce travail doit répondre aux préoccupations suivantes :

- Quel est l'état actuel de la qualité physico-chimiques des eaux de la région étudiée ?
- Est-ce que la qualité physico-chimique des points analysés est identique avec les normes modérées par l'OMS ou non ?
- Quel est le faciès chimique sources d'eau choisies ?

# INTRODUCTION

---

Ce manuscrit est divisé en chapitres :

- Le premier chapitre, une étude bibliographique présente une description de la zone d'étude
- Le deuxième chapitre est consacrée à l'étude hydro-climatique de la zone
- LE TROISIEME CHAPITRE ET et une étude expérimentale consacrée aux présentations du matériel et méthodologie suivie pour la réalisation des analyses physicochimiques.
- Dans le DERNIER chapitre est dédié à la présentation, interprétation et exploitation des principaux résultats expérimentaux obtenus

Enfin, une conclusion générale résumera l'ensemble du travail réalisé.

# CHAPITRE I

### 1. Situation géographique administrative

Avant le découpage administratif de février 1985, la commune d’El-Mahmel faisait partie du territoire de la wilaya de Tébessa. Elle a été, donc rattachée à la wilaya de Khenchela en 1985 et elle fait partie de la daïra d’Ouled Rechache.

Elle est située dans la partie Nord-orientale de la wilaya de Khenchela (**BOUAKKAZ, 2017**), elle s’étend sur une superficie de 371Km<sup>2</sup>. 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 route nationale n°:32 qui traverse l’agglomération d’est en Ouest la reliant au chef-lieu de Daïra d’ouledrechache, Elle occupe un site relativement plat en légère déclivité d’Ouest en Est. (**ALIOUI ET al ; 2019**).

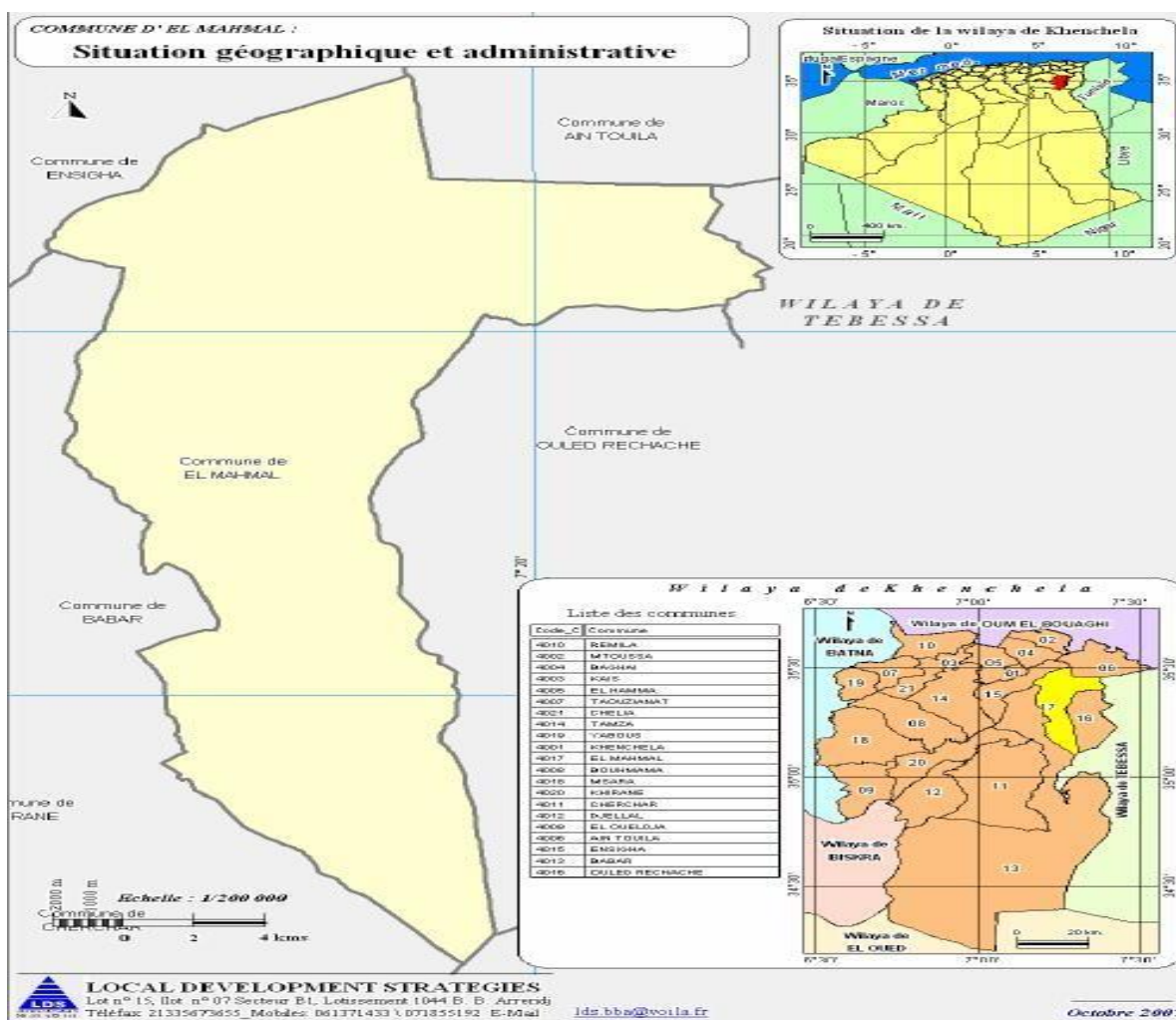
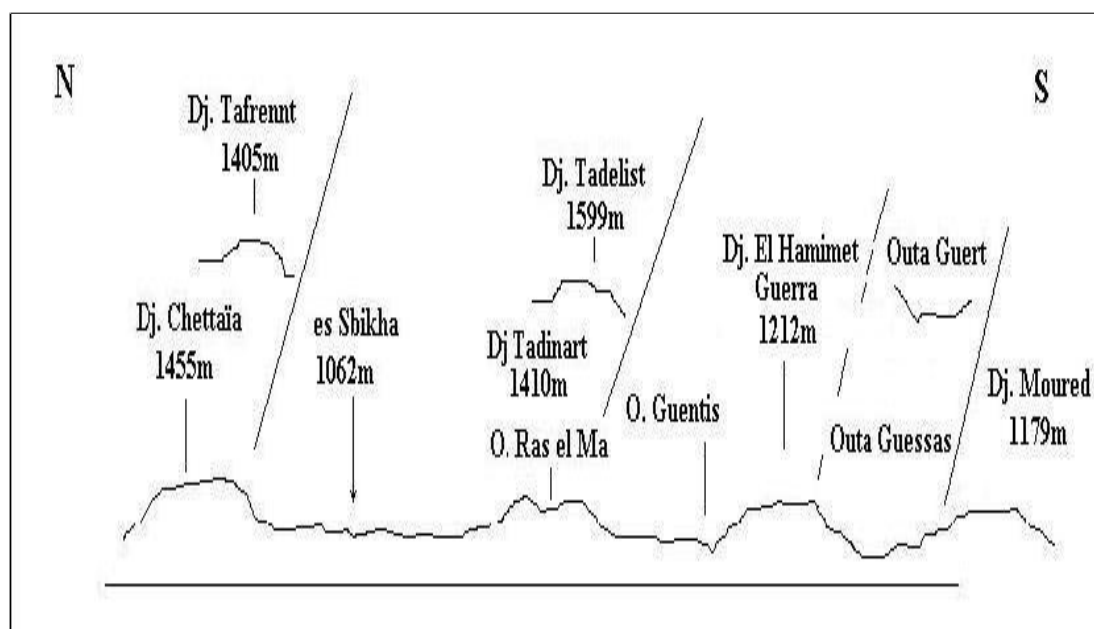


Figure 01 : La situation géographique de la commune d’El Mahmel.

## 1. Relief

De par sa position, la commune d'El Mahmel forme une cuvette où l'altitude passe de 1050m à 1200m pour les zones plates, et de 1524m à 1580m pour les zones hautes. La région montagneuse située au Nord, et au Sud de la zone de sebkha est constituée par quelques Djebels qui atteignent parfois 1650m, elles sont constituées par:

- Djebel Chettaïa au Nord de 1455m d'altitude ;
- Djebel Tafrennet au Nord-Est de 1406m ;
- Djebel Tokhma et Djebel FedjIdjet de 1291m sont situés à l'Est de la zone ;
- Djebel Tadinart de 1408 m et Djebel Tadelist de 1410 m qui sont situés au Sud de la zone.(Figure xx)



**Figure 02: Profil topographique (N-S) à travers la commune d'El Mahmel**

### 1.1. Pédologie

Les ressources en sols ont été évaluées sur la base de l'exploitation de la carte des sols de Tébessa de 1938 au 1/500.000ème. Les types des sols identifiés sont : Les sols calciques (cq), les sols calcaires (c), les sols en carbonates de calcium, les sols de type lithosols, les sols de type régosols (rm), les Sols alluviaux basiques (ab), et Les sols peu évolués ou les sols non évolués ou sols minéraux brut.

## **2. Climatologie**

L'hétérogénéité du relief implique une extrême diversité des aspects climatiques. En général; le climat est de type continental au Nord et presque saharien au Sud. Le climat d'El Mahmel est rude en hiver et chaud en été. Les vents dominants sont ceux du Nord-ouest qui atteignent une fréquence de 26%. Le Sirocco enregistre une moyenne annuelle de 21 jours. La neige tombe environ 15 jours par année durant la saison hivernale.

## **3. Géologie**

La géologie est une partie très importante dans toute étude hydrologique et hydrochimique. Ainsi, la lithologie, la tectonique et la structure géologique jouent un rôle primordial sur la qualité des eaux et la formation des sols à la suite de l'érosion et la dissolution des minéraux se trouve dans la roche et sur la quantité d'eau qui ruissèle ou s'infiltré selon le type du terrain perméable ou imperméable. (AOUIDANE, 2017).

### **3.1. La Stratigraphie**

L'analyse stratigraphique des principaux affleurements de la commune d'El Mahmel ne peut se faire qu'à travers une étude globale du bloc Aurès-Nemamcha et de l'examen des styles de la déformation souple et cassante. Une étude qui, sans doute, permet de comprendre et de suivre aisément les caractères géologiques de ce domaine.

La stratigraphie de cette région se caractérise par la prédominance des terrains secondaires crétacés et partiellement jurassiques et des formations tertiaires, éocènes, oligocènes et miocènes. Les terrains néogènes et quaternaires ne sont dominants que dans les bassins et dans les couloirs intra montagneux et sur les bordures, particulièrement celles du Sud.

#### **3.1.1. Le Trias**

Les terrains triasiques les plus importants du secteur étudié sont ceux du gypse, des marnes, des cargneules et dessables dolomitiques qui affleurent autour de Khenchela et dans le Dj. Chettaïa au nord et à l'Est de Tazougert et au coeur du synclinal perché de Dj. Zora au Sud de la commune. Le Trias affleure également dans deux points du versant Nord de Dj. Tafrennet à la limite de la commune d'El Mahmel.

### **3.1.2. Le Crétacé**

Les terrains crétacés représentent l'essentiel des affleurements secondaires inventoriés et étudiés dans la commune d'El Mahmel et dans l'ensemble du massif des Aurès-Nemamcha, ils forment l'essentiel de ce secteur avec des faciès très variés allant du Crétacé basal au Crétacé supérieur.

### **3.1.3.. Le Jurassique**

Les terrains jurassiques dans cette zone sont très limités et n'affleurent qu'en dehors de la commune d'El Mahmel. Ces terrains ne sont signalés ici qu'à titre indicatif pour retracer les grandes lignes de l'histoire géologique de la région d'El Mahmel. Ce sont des formations qui affleurent surtout dans le Dj. Groun au Sud de t'ahanent où se développent des faciès dolomitiques liasiques côte à côte avec les terrains triasiques. D'autres terrains jurassiques du portlandien et du Berriasien affleurent au Dj. El Azreg au coeur des Aurès avec des faciès variés de calcaires, de calcaires marneux et de dolomies

### **3.1.4. Le Miocène**

Le Miocène dans notre commune est quasiment absent, il n'affleure qu'en dehors du territoire communal. Il n'est signalé ici qu'à titre indicatif pour retracer l'histoire géologique de cette région atlasique. Il a été étudié sur la base d'une différenciation entre les types d'environnements, entre un Miocène marin et un Miocène continental, tous absents de la commune d'El Mahmel.

Les seules traces du Miocène marin sont rencontrées au centre et sur la façade Nord des Aurès-Nemamcha. Elles sont principalement développées sur la façade Nord de ce massif autour de Batna et plus particulièrement à l'Ouest de aïntouta et le long de Dj. Islaf Bou El Arouah aux environs de Kaïs à l'Ouest de Khenchela.

## **4. Ressources en eau**

### **4.1. Les eaux superficielles**

Le régime hydrologique des Oueds présente deux saisons. Dès le mois de septembre le retour des pluies, après la saison sèche, n'est pas suffisant, car l'augmentation des débits des Oueds n'est pas sensible. C'est plutôt vers la fin de la période humide que les crues risquent de se produire avec une augmentation des débits des Oueds au mois de mars. La coïncidence

entre cette période avec les effets du ruissellement entraîne alors une augmentation de l'efficacité de l'action érosive des Oueds aux débouchés des plaines, qui sont soumises à des inondations régulières.

Il faut retenir que le réseau hydrographique est particulièrement caractérisé par une fréquence des chevelus d'ordre primaire qui se déversent avec tous les Oueds dans les immenses dépressions endoréiques.

Les ressources en eaux superficielles, au niveau de sebkha sont totalement absentes car la commune ne dispose d'aucune infrastructure de mobilisation des eaux « barrages, retenues collinaire ou Sed de dissipation » de pluies ou celles du ruissellement des flancs des montagnes.

#### **4.2. Les eaux souterraines**

Le territoire de la commune d'El Mahmel est traversé par de nombreux Oueds qui convergent, pour la plupart d'entre eux, vers les zones basses notamment Sebkhha située dans la partie Nord de la commune et qui par conséquent constituent une source d'alimentation des nappes. Les secteurs d'El Kraim, Sebkhha et Taref constituent l'essentiel des secteurs qui alimentent la commune. Ceci dit, la commune dispose de trois nappes souterraines :

- La première appelée nappe de Kraim située au Nord de Tazougeur dans le secteur de Kraim – Tebrouri ;
- La seconde est dite nappe de Taref, située au Sud de Tazougeur ;
- La dernière est dite nappe de Sebkhha, située au Nord-Est de Tazougeur.

La localité d'El Mahmel est alimentée par des forages et par transfert à partir du barrage Koudiat Medaouar (Batna). Les forages pour l'alimentation d'El Mahmal centre sont TZ1, TR4 qui sera remis en service vers la fin du mois de décembre 2012 pour un temps de pompage de 20h/jour, TZ5, TZ4; La production du TZ8 est également répartie entre Ouled Merah et El Mahmel. Le forage TZ4 a été abandonné depuis Février 2000. La répartition des forages par nappe et les débits se présentent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 01 : la situation des forges

Commune	Nom du forage	Débit initial L/S	Débit exploitation actuel	Caractéristiques du forage				Observation
				X	Y	Z (m)	Prof	
MAHMEEL	TR2	30	18	907.5	239.2	1181	200	Fonctionnel
	TR4	12	9	891.2	251.0	980	200	Fonctionnel 12/2012
	TZ5	12	07	918.7	239.7	1078	44	Fonctionnel
	TZ4	08	02	920.4	239.8	1079	50	A l'arrêt
	TZ3	06	02	917.0	238.3	1078	60	Fonctionnel
	TZ6	10	03	916.0	237	1075	45	Problème
	TZ1	02	1,50	913.0	237.2	1080	40	Fonctionnel
	TZ8	30	06	912.9	244.9	1165	120	Fonctionnel

Source: subdivision hydraulique Zoui.

# CHAPITRE II

## Introduction

La climatologie a été définie depuis plus d'un siècle comme une « science des états de l'atmosphère » accompagnée du développement des recherches portant sur les études statistiques des éléments climatiques et, au niveau dynamique, sur les types de temps. La climatologie est la science des états de l'atmosphère. Mais une telle définition que l'on fait généralement remonter au traité de climatologie de Hann (1882), se présente sous deux formes différentes dans ce traité. (DOUGUEDROIT, 2005).

Elle s'attache ainsi également à comprendre les mécanismes climatiques du passé, et tente, à partir de données collectées et de modèles, de décrire les évolutions futures. (1).

Le mot climat vient du grec klima, qui fait référence à l'inclinaison des rayons solaires par rapport à la surface de la terre. Il est une Combinaison des états de l'atmosphère (température, vent) en un lieu donné et sur une période définie (mois, année, millénaire). (OURDI, 2019)

L'étude des paramètres climatiques de la zone d'étude ; est basée sur les données d'une période de 2004-2021 de la station pluviométrique d'El Hamma, qui se trouve à distance de 3 kilomètre de la ville de Khenchela, elle fonctionne depuis 1994, sous la gestion de l'ONM.

**Tableau 02 : Les caractéristiques de la station d'EL HAMMA –khenchela**

Station	Latitude	longitude	Altitude(m)
El Hamma	35° 28° N	07° 05° E	982.5 m

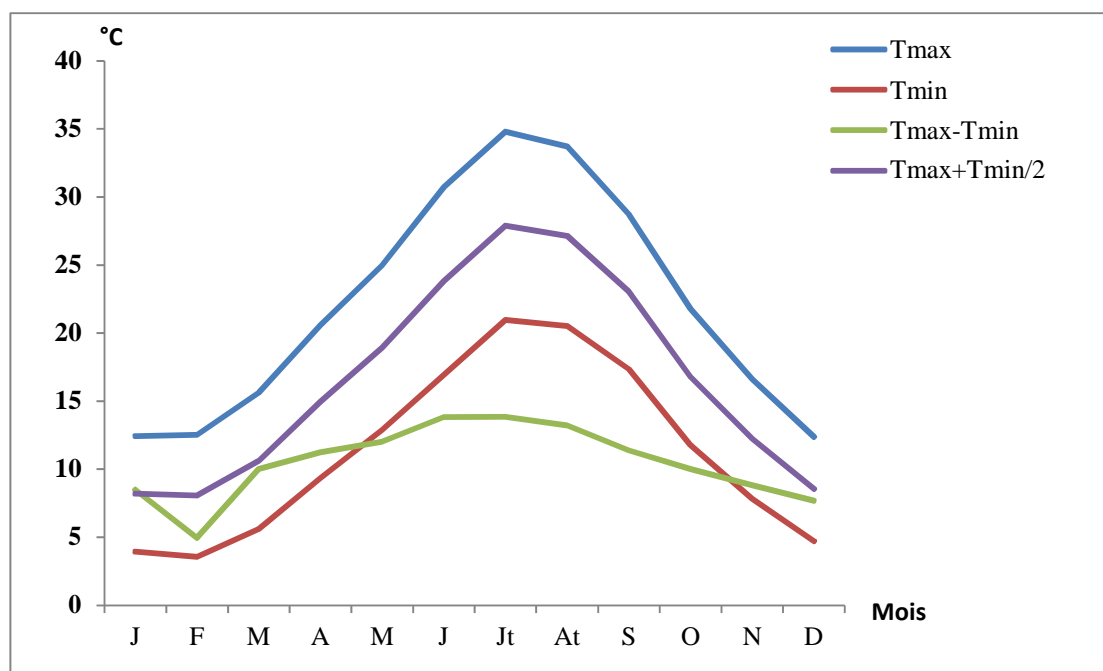
**Alioui et al ; 2019**

## 2. Étude des paramètres climatiques

### 2.1. Température

La température est un facteur qui varie dans le temps et dans l'espace. L'effet de cette variation est marqué au niveau des températures minimales et même maximales. (BOUZEKRI, 2015)

Pour caractérisé le paramètre de température, il faut déterminer plusieurs variables: M: la moyenne mensuelle des maxima, m : la moyenne mensuelle des minima, et  $M+m / 2$  : la moyenne mensuelle.

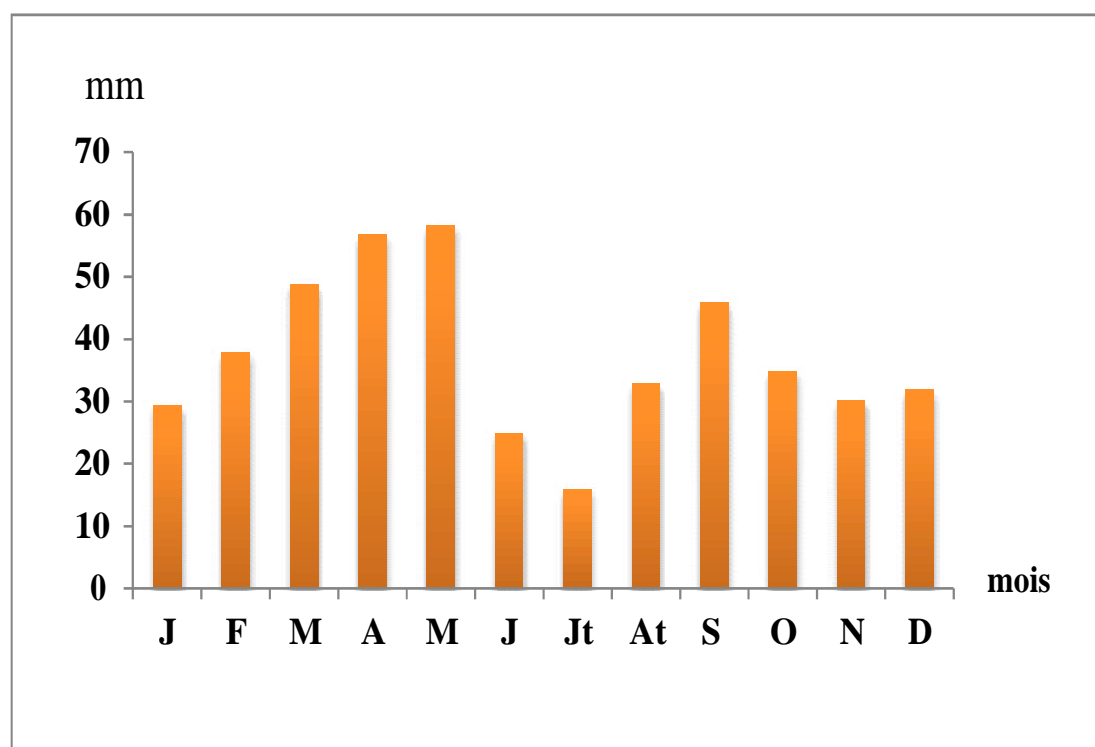


**Figure 03 :** Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2010-2021).

En analysant les données de la période (2010-2021), nous montrons que février est le mois le plus froid avec une température moyenne minimale de 3.57°C, alors que juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne maximale de 34.80°C.

## 2.2.La Précipitation

Les précipitations varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagne et de l'exposition. De ce fait, les versants Nord et Nord-Ouest reçoivent plus de précipitations que les autres expositions. Ainsi les quantités de pluies augmentent de bas en haut, selon un gradient pluviométrique altitudinal (HASSAD, 2018).

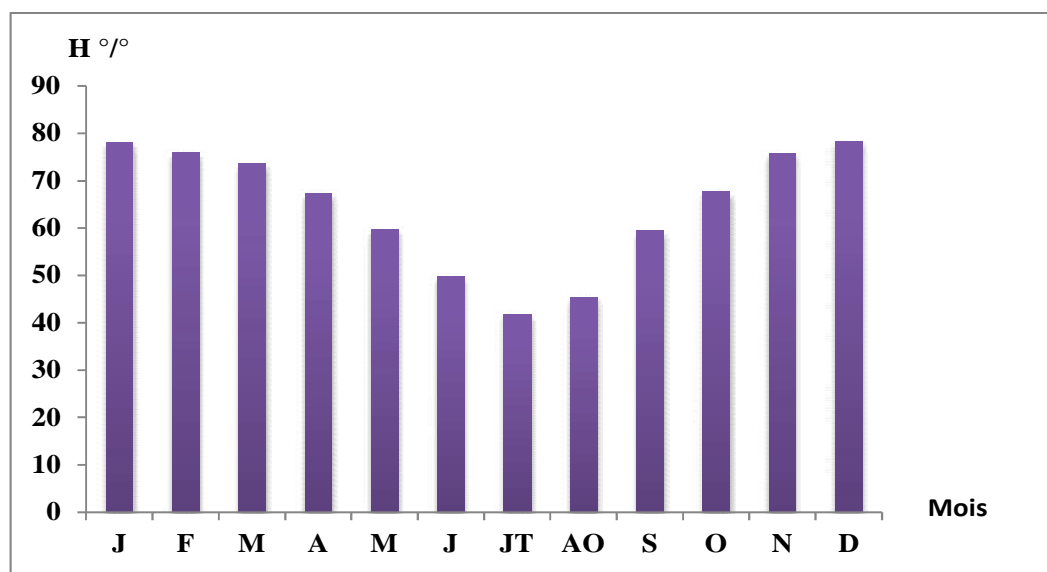


**Figure 04 :** Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période (2010-2021)

La moyenne de précipitations mensuelles de la période (2010-2021) est de 447,48mm. Le mois le plus pluvieux est enregistré durant le mois de mai avec une moyenne de 58.30mm, alors que le mois le plus sec est enregistré durant le mois de juillet avec une moyenne de 15,93 mm

### 2.3.Humidité

En météorologie, l'humidité relative de l'air a plusieurs implications. D'une part, au fur et à mesure qu'une masse d'air monte en altitude, elle se refroidit, Son humidité relative augmente, jusqu'à atteindre le seuil de saturation, permettant la formation des gouttelettes d'eau qui, en se condensant, vont former des précipitations (2).



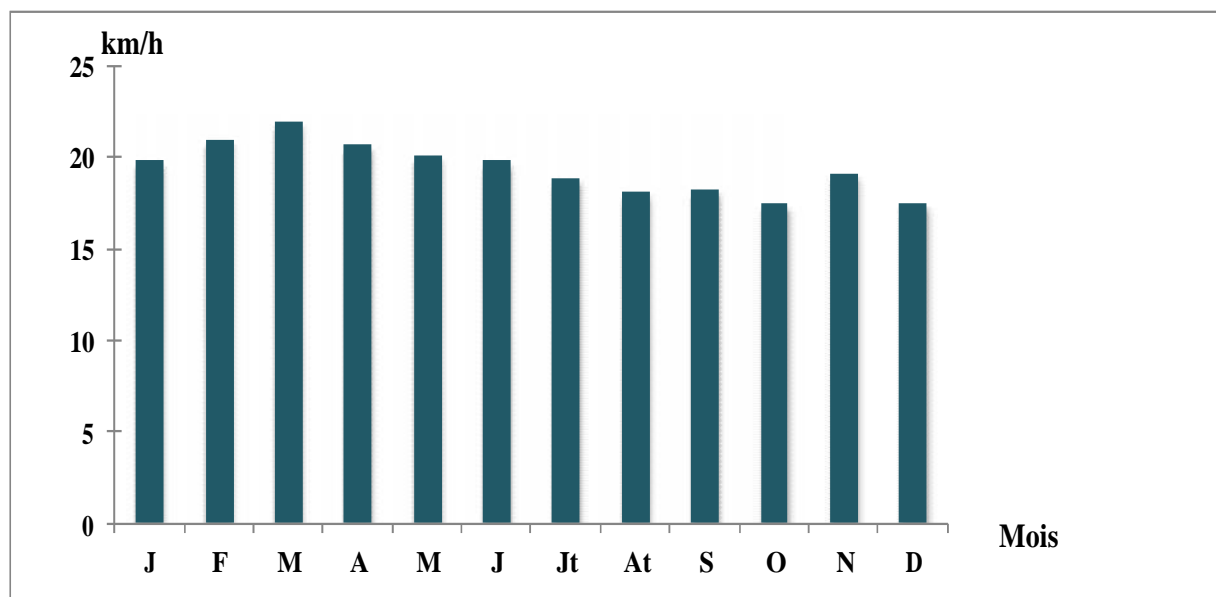
**Figure 05 :** Diagramme d'humidité moyenne mensuelle de la période (2010-2021)

Les données montrent que le pourcentage le plus élevé est enregistré durant le mois de décembre avec 78.25% 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 41.75%. (**Figure 05**).

#### 2.4.Le vent

Le vent est un déplacement d'air, Il est décrit par sa vitesse et sa direction (sa provenance), cette dernière n'étant pas une grandeur.

Le vent est un flux lié au gradient de pression atmosphérique, suivant un parcours d'autant plus simple que l'on s'élève dans l'air libre, car le relief et les inégalités de la surface du sol. (**PIERRE, 2008**).

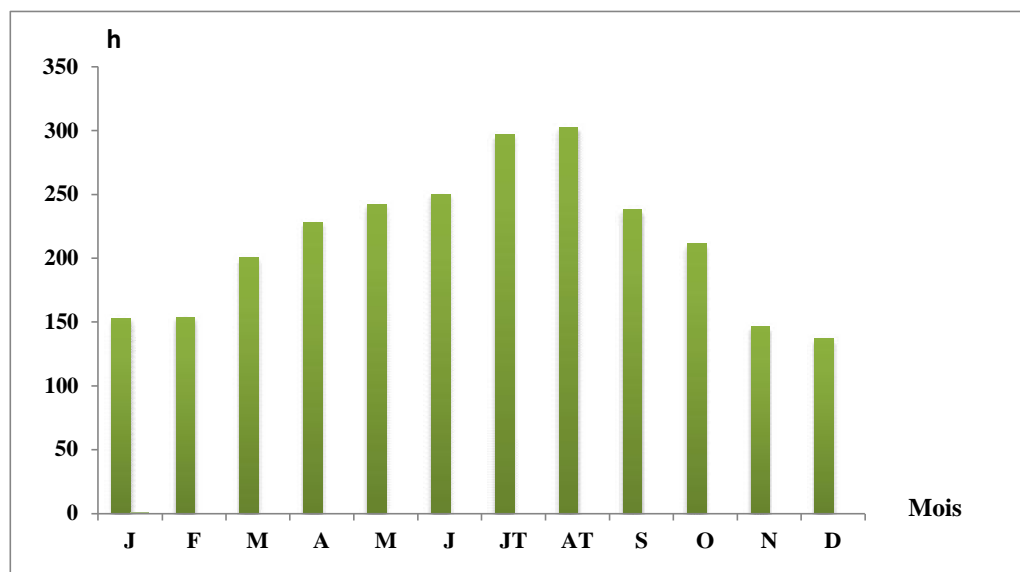


**Figure 06 :** Diagramme des moyennes des vitesses maximales instantanées des vents de la période (2010-2021)

Les données montrent que la vitesse minimal du vent durant la période 2010-2021 et enregistré durant la mois d'octobre avec une vitesse de 17.41km/h et la vitesse maximal est enregistré durant le mois de mai avec une vitesse de 21.91 km/h.

### 2.5. Insolation

L'insolation est, au sens météorologique distinct du sens médical, l'exposition d'un objet au rayonnement solaire direct ; cette exposition est correctement révélée, estime-t-on, par la présence d'ombres portées nettement dessinées. (3).

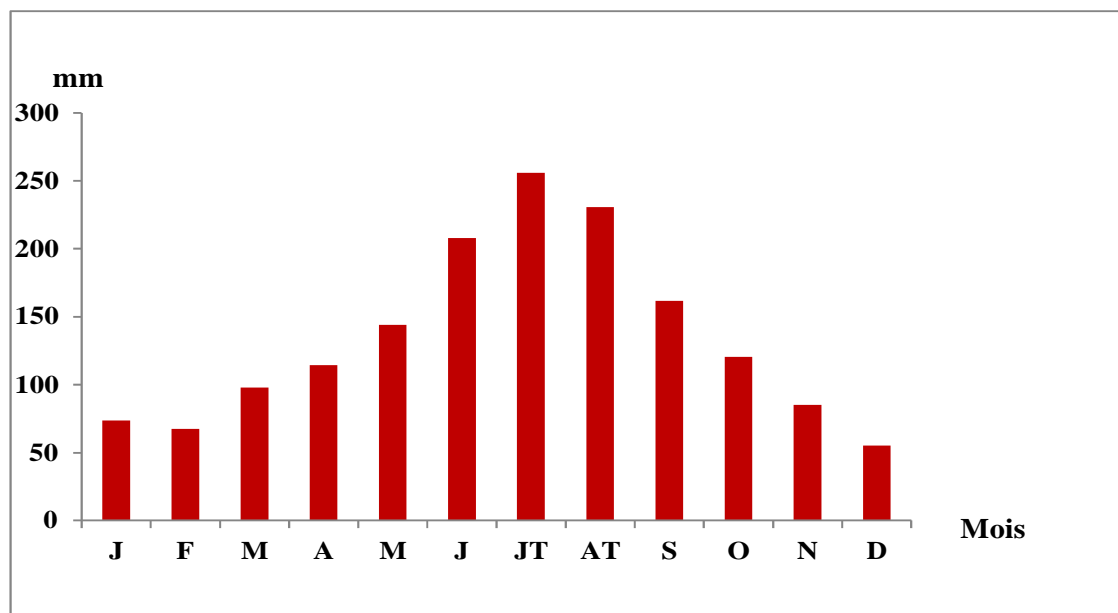


**Figure 07** : Diagramme des moyennes des durées totales d'insolation de la période (2009-2017).

Le diagramme nous montre que la brillance du soleil est maximum au cours du mois d'août avec une moyenne de 302,33 heures, et le minimum est enregistré pendant le mois de décembre avec une moyenne de 137,41 heures. Des allures moyennes mensuelles de la figure 07 présentent les mois de juin, juillet et août comme étant les plus ensoleillés. Avec une moyenne de 283,1 h.

## 2.6. L'évaporation

Les phénomènes d'évaporation jouent un rôle prépondérant dans les bilans hydriques. L'évapotranspiration potentielle (ETP). (Sandra ; 2000).



**Figure 08 :** Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (2009-2017)

La valeur maximale est enregistrée en juillet avec une moyenne de 255.9 mm, et la valeur minimale est enregistrée en décembre avec une moyenne de 55.26 mm. L'évaporation moyenne annuelle est de 155.58 mm

### 2.7. Neige

La neige est d'abord une forme de précipitations atmosphériques constituée de particules de glace ramifiées contenant de l'air qui sont la plupart du temps cristallisées et agglomérées en flocons, de structure et d'aspect très variables.

Mais cette glace peut aussi être sous forme de grains (neige en grains, neige roulée) ou mouillée. Lorsqu'il y a suffisamment de froid et d'humidité dans l'atmosphère, la neige se forme naturellement par condensation solide de la vapeur d'eau à saturation autour des noyaux de congélation. Selon sa structure et le vent, la neige tombe plus ou moins vite vers le sol.

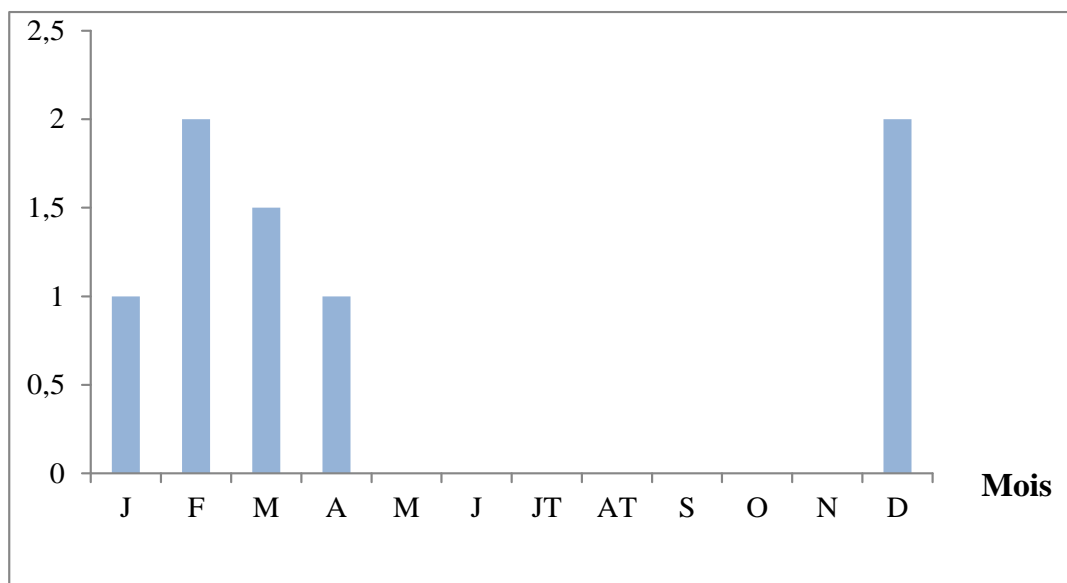


Figure 09 : Diagramme des moyennes de neige de la période (2009-2017)

D’après le diagramme on trouve que la neige tombe durant la période hivernale, le maximum étant au mois de février, et leur absence est marqué dans les 7 mois (mars. Novembre).

### 2.8. La grêle

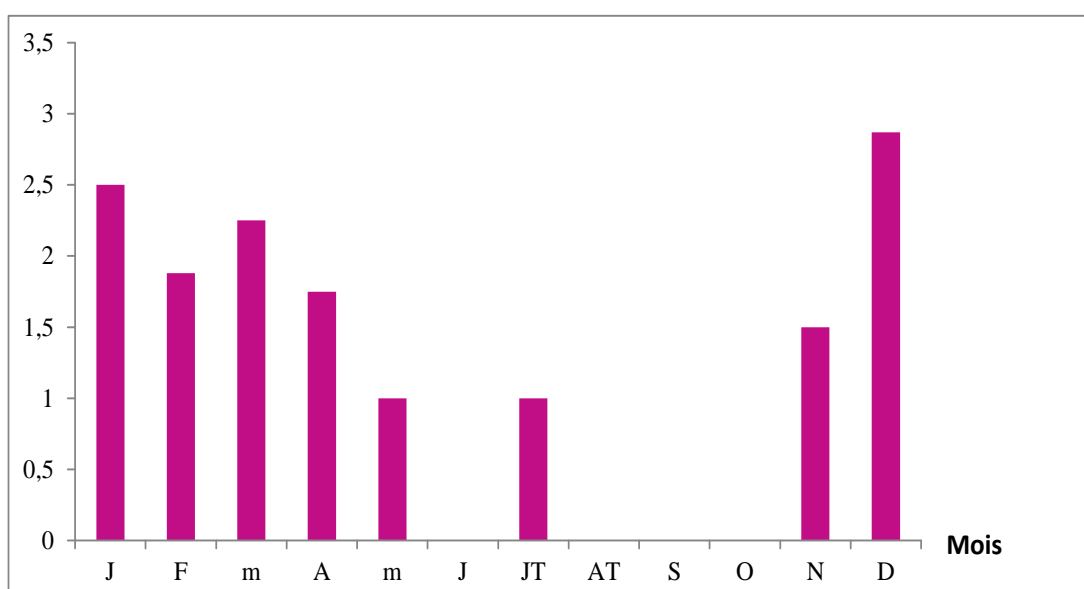


Figure 10 : Diagramme des moyennes des nombres de jours de Grêle de la période (2009-2017).

La figure montre que le maximum est enregistré au mois de décembre avec une moyenne de 1.43

### 3. Synthèse climatique

#### 3.1. Indice d'aridité

En se basant sur des considérations essentiellement géographiques, De Martonne (1926) a défini l'aridité du climat à l'échelle annuelle. L'aridité augmente quand la valeur de l'indice diminue (Piedallu ; 2005)

L'indice d'aridité annuelle de MARTONNE, permet de calculer le degré d'aridité annuelle d'une station quelconque. DE MARTONNE utilise, pour une station donnée, la moyenne annuelle des températures et le total annuel des pluies. Il s'écrit de la manière suivante :

$$IM = P / T + 10$$

Où :

- **IM** : est l'indice d'aridité annuelle.
- **P** : est le total annuel des pluies en mm
- **T** : est la moyenne thermique annuelle en (°C).

Sachant que la valeur de 10 a été ajoutée aux moyennes thermométriques pour éviter les valeurs négatives de l'indice. Martonne a proposé six grands types de climats selon les valeurs de l'indice annuel :

la valeur d'IM	signification
< 5	aridité absolue
5 < IM < 10	désert (Aride)
10 < IM < 20	semi-aride
20 < IM < 30	semi-humide
30 < IM < 40	humide
IM > 40	humide

(SEBAIBI ; 2014)

Pour la station d'El hamma,  $P = 447.48 \text{ mm}$  et  $T=14.35^\circ\text{C}$  donc cet indice est égale :

$$Ia=447.48/14.35+10$$

$$Ia=16.68$$

Ce qui permet de dire que le climat est semi-aride

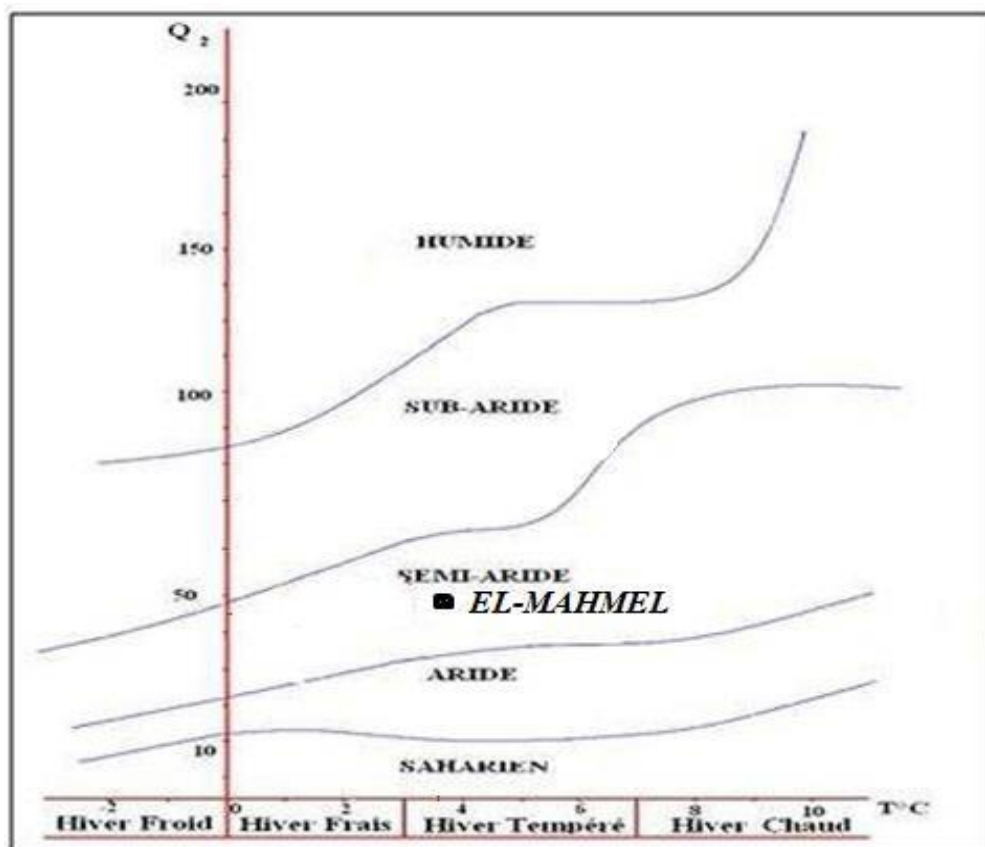


Figure 11 : Abaque de l'indice d'aridité annuel de Martonne de la wilaya de Khenchela.

### 3.2. Le régime saisonnier

Le régime saisonnier est la somme des précipitations par saison en classant ces dernières par ordre de pluviosité croissante. La désignation de chaque saison est indiquée par sa lettre initiale: P: Printemps, H: Hiver, E: Eté, A: Automne

Tableau 03 : Régime saisonnier des précipitations

Période	Régime saisonnier				Type de régime
	Eté	Automne	Hiver	Printemps	
2010-2021	24.57mm	36.99mm	32.97mm	54.60mm	PAHE

Dans ce tableau, nous remarquons que le régime saisonnier des précipitations est de type **PAHE**, Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en Printemps et en automne et avec un degré moindre en Eté

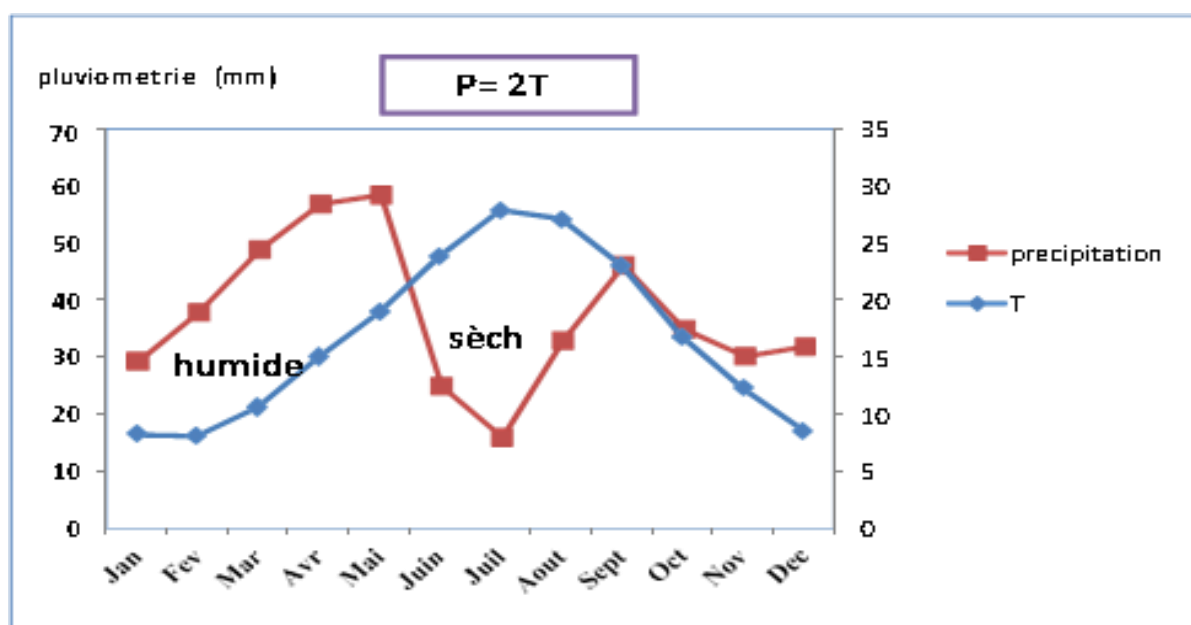
### 3.3. Indice de Gaussen

Grâce à cet indice les auteurs ont définis le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) qui utilisent les températures et les précipitations. Cet indice s'applique surtout au climat qui comporte une saison sèche assez accusée en considérant que celle-ci représente un facteur écologique défavorable à la végétation. Un mois est sec, si le total des précipitations en Millimètres est inférieur ou égal au double de la température en °C. (**Djebbari et al ; 2021**)

Il permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. Ils sont établis en tenant compte de la formule permettant de définir un mois sec soit :  **$P \leq 2T$** .

P : précipitations en mm du mois ;

T : températures en °C du même mois. La période sèche est déterminée par une représentation graphique portant en abscisse les douze mois de l'année, en ordonnée les précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) et à gauche les températures moyennes exprimées en °C. (**OMRANE ; et al 2018**).



**Figure 12 :** Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls  
(Station d'El Hamma (2010-2021))

D'après cette courbe, nous pourront dire que la zone comprend deux périodes :

- une période sèche qui débute en fin d'mai et prend fin en début d'octobre ;
- une période humide qui commence fin octobre et se termine et début d'avril

### 3.4. Le diagramme de Quotient pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'Emberger. Ainsi nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger à l'aide de la formule suivante :

$$Q_2 = 3.43 \times P / M - m$$

Pour la station d'El hamma,  $P = 447.48 \text{ mm}$ ,  $m = 3.57^\circ\text{C}$ ,  $M = 34.80^\circ\text{C}$ , donc cet indice est égale :

$$Q = 3.43 \times 447.48 / 34.80 - 3.57$$

$$Q_2 = 49,14$$

**Q<sub>2</sub>** : quotient pluviométrique d'Emberger.

**P** : moyenne des précipitations annuelles en mm.

**M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré Celsius.

**m** : moyenne des minima du mois le plus froid en degré Celsius. (MESSAI; 2017)

La valeur calculée du quotient d'Emberger pour la période allant de (2010-2021) est de l'ordre de. 49,14 Cela signifie que la région d'étude est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempère et une été chaude.

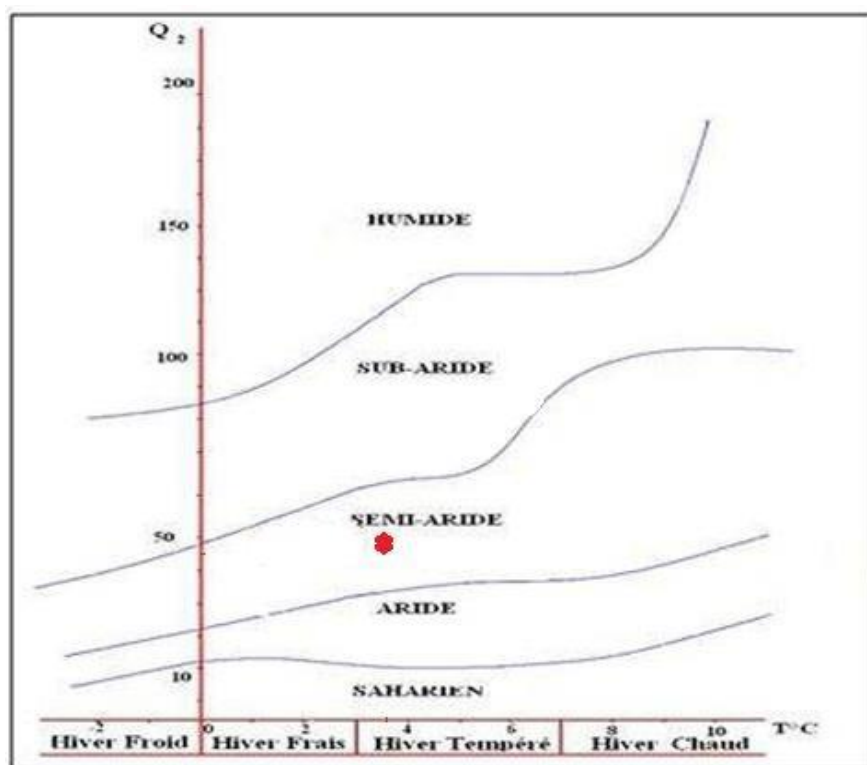


Figure 13 : Climagramme d'Embergie pour la zone d'étude.

#### 4. Bilan hydrique

Dans cette étude, nous allons évaluer la répartition des précipitations entre les différents composants du bilan hydrique, à savoir le ruissellement, l'infiltration et l'évapotranspiration. Ce bilan est calculé par la formule suivante :

$$P = ETR + R + I + \Delta W$$

Avec:

**P** : précipitation moyenne annuelles (mm).

**ETR** : évapotranspiration réelle moyenne annuelle (mm).

**R** : ruissellement moyen annuel (mm).

**I** : infiltration moyenne annuelle (mm).

**$\Delta W$** : La variation de réserves en (mm), souvent négligeable. ).

#### 4.1. Mesure de l'ETR (l'évapotranspiration réelle)

L'évapotranspiration est une combinaison de deux processus: l'évaporation et la transpiration elle dépend de deux éléments :

- La teneur en eau du sol et les caractéristiques physiques des surfaces à partir desquelles se produit l'évapotranspiration.
- Les variables climatiques telles que le rayonnement solaire, la vitesse du vent, au-dessus de la végétation. ).

#### 4.2. ETR selon la formule de Turc

Cette méthode est applicable à tous les climats et elle est en fonction des précipitations et des températures moyennes mensuelles. Elle est calculée avec la méthode de Turc (1954) qui aboutit à la formule suivante :

$$ETR = P / (0.9 + P^2 / L^2)^{1/2} \quad L = 300 + 25 T + 0.05 T^3.$$

**Avec:**

**ETR:** évapotranspiration réelle (mm/an);

**P:** précipitation moyenne annuelle (mm);

**L:** paramètre arbitraire lié à la température (pouvoir évaporant de l'atmosphère);

**T:** température moyenne annuelle (°C). ).

- **Application numérique**

**Tableau 05: l'ETR selon la formule de turc**

station	P (mm)	L	T(°C)	ETR (mm/an)
Khenchela	447.483	949	16.68	422.390

#### 4.3. L'ETR selon la C.W.Thornthwaite

C'est une donnée impossible à mesurer à l'échelle d'une parcelle ou d'une région. La détermination de l'ETR est en fonction de l'ETP et la quantité d'eau disponible (Pluie+RFU)

- Si  $ETP=P$ , il y a existence d'une évapotranspiration réelle ETR, la réserve RFU ne se Modifié pas et aucune infiltration ne se produit en direction de la nappe.
- Si  $ETP>P$ , On a  $ETR=ETP+RFU$ , un déficit apparaît, une partie de RFU sera sollicitée jusqu'à la compensation de l'ETP. L'évapotranspiration agit donc sur le sol. Aucune infiltration ne se produit en direction de la nappe. ( $RFU=0$ )
- Si  $ETP<P$ , on a  $ETR= ETP$  et  $RFU=P-ETP$  (excédent hydrique).(OUANES ; 2020).

#### 4.4. L'ETP (l'évapotranspiration potentielle)

L'évapotranspiration est la somme de la transpiration du couvert végétal (à travers les stomates des plantes) et de l'évaporation des sols. On désigne comme évapotranspiration réelle (ETR) la valeur de ce flux à un instant donné ou de sa moyenne sur une période donnée, pour une station donnée. (4).

**Tableau 07 : bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station de khennchela.**

Période	T <sub>p</sub> (°C)	I	K	ETP <sub>c</sub> (mm)	Pr (mm)	BH (mm)	RFU (mm)	ETR (mm)	DEF	EXC (mm)
S	23,04	10,1	1,04	109,2	45,99	-63,2	0,0	46,0	63,2	0,0
O	16,78	6,3	0,98	59,1	34,88	-24,2	0,0	34,9	24,2	0,0
N	12,22	3,9	0,85	29,1	30,13	1,1	1,1	29,1	0,0	0,0
D	8,55	2,3	0,84	15,2	31,85	16,6	17,7	15,2	0,0	0,0
J	8,19	2,1	0,86	14,5	29,27	14,7	32,4	14,5	0,0	0,0
F	8,05	2,1	0,85	13,9	37,82	23,9	56,3	13,9	0,0	0,0
M	10,62	3,1	1,03	27,5	48,78	21,3	77,5	27,5	0,0	0,0
A	14,97	5,3	1,09	53,3	56,74	3,5	81,0	53,3	0,0	0,0
M	18,93	7,5	1,21	90,2	58,31	-31,9	49,1	90,2	0,0	0,0
J	23,82	10,6	1,21	135,7	24,91	-110,8	0,0	74,0	61,7	0,0
J	27,89	13,5	1,23	182,4	15,93	-166,4	0,0	15,9	166,4	0,0
A	27,12	12,9	1,16	163,8	32,89	-130,9	0,0	32,9	130,9	0,0
<b>Année</b>	<b>16,7</b>	<b>79,6</b>	<b>/</b>	<b>893,9</b>	<b>447,5</b>	<b>-446,4</b>	<b>/</b>	<b>447,5</b>	<b>446,4</b>	<b>0,0</b>

DA : le déficit agricole est le déficit entre ETP et ETR donc :  $DA = ETP - ETR$

EXC: l'excédent c'est la quantité d'eau pouvant s'écouler lorsque l'ETP et RFU sont satisfaits  
donc:  $EXC = P - ETR$

BH: le bilan hydrique:  $BH = RFU - DA$ .

#### **4.5. Interprétation du bilan d'eau de Thornthwaite**

- A l'échelle annuelle, l'ETP dépasse largement les précipitations. Les précipitations dominent dans la région d'étude avec un total de 447,5 mm/an.
- A l'échelle mensuelle nous constatons qu'à partir du mois d'avril les précipitations sont inférieures à l'ETP jusqu'au mois de septembre par contre elles sont supérieures à l'ETP pendant les autres mois (janvier, février, mars, Avril et décembre). En générale, les précipitations ne couvrent pas les besoins de l'évapotranspiration potentielle et ne permettent pas la formation de la RFU.
- La reconstitution du stock s'observe au mois de décembre avec une  $RFU = 1,1$  mm. La RFU atteint son maximum (81,0 mm) au mois d'avril et diminue jusqu'à 49,1 mm au mois de mai, à partir duquel on assiste à un épuisement du stock.

### Introduction

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique. Non seulement, elle est un nutriment vital, mais elle est aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que :

La digestion et l'absorption : elle est le support des fonctions enzymatiques et du transport des éléments nutritifs, la thermorégulation, la lubrification des articulations, des organes et permet le passage des aliments, dans le tractus gastro-intestinal, l'élimination des déchets, Elle est également un élément essentiel du sang et des tissus du corps.(**KIRKPATRICK ET AL. ; 2008**).

La molécule d'eau (H<sub>2</sub>O) est inodore, incolore et sans saveur. Elle est présente dans la nature sous différentes formes (liquide, gazeuse et vapeur) et elle est indispensable pour la vie de tous les êtres vivants. Pour l'homme, l'eau représente environ 92% du plasma, 80% du tissu musculaire, 60%des globules rouges et aussi, c'est le composant majeur de la plus parts des autres tissus.

Elle est le milieu de dispersion pour plusieurs réactions chimiques et biochimiques, et avec une valeur nutritionnel nulle, elle est classée comme un corps chimique complexe dans ces constantes physiques et physico-chimiques. Selon Hoffman et al. (2014), les eaux potables représentent l'ensemble des eaux dont les propriétés chimiques, bactériologiques, biologiques et organoleptiques les rendent propres à la consommation humaine.

La plupart des eaux potables proviennent des eaux souterraines et des eaux de sources. (**AZLAOUI ET AL ; 2019**). Une analyse de l'eau est une procédure par laquelle nous allons déterminer les caractéristiques chimiques, physiques ou sensorielles de l'eau. Cependant, dans de nombreux cas, nous voyons que nous entendons par analyse de l'eau différentes situations.

Lorsque nous parlons d'une analyse de l'eau potable, il est évident que nous nous référons à la procédure que nous effectuons pour connaître les caractéristiques physicochimiques et sensorielles de l'eau qui va être incorporée dans le réseau d'approvisionnement d'une installation ou d'un noyau de population. Les exigences sont donc plus rigoureuses.

En revanche, nous avons ensuite des analyses d'eau lorsqu'elles seront utilisées pour l'agriculture ou pour l'élevage, qui sont les plus proches des analyses d'eau potable (4)).

L'analyse s'intéresse à étudier chaque élément individuellement, et évaluer sa concentration afin de déterminer sa conformité aux normes de potabilité. Ces normes ont été établies notamment pour fixer les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau (Normes algériennes du ministère des ressources en eau depuis 22 mars 2011). Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée (**LEBCHEK ; 2021**).

L'objectif principal de notre travail est de :

- Définir la qualité physicochimique et Bactériologique des eaux de la Sebkha de Ouled Amara, ville d'Elmahmel- Khenchela,
- La réalisation des analyses physico-chimiques 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.

## **1. Analyse**

### **1.1.Echantillonnage**

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser.

Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois Avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

### **1.2. Modifications possibles de l'échantillon**

Le fait de prélever un échantillon d'eau et de le séparer de son milieu naturel entraîne des modifications plus ou moins importantes selon les paramètres. Certains peuvent être considérés comme stables à l'échelle de temps à laquelle on travaille, mais d'autres varient

très rapidement : la température, la conductivité, le pH et les gaz dissous, enfin les nitrates et les sulfates.

Une variation de température entraîne une modification des constantes d'équilibres des éléments en suspension. Pour établir de nouveaux équilibres à la nouvelle température ambiante.

## 2. Prélèvement

Les prélèvements doivent être effectués de façon à éviter au maximum les effets de bords (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond, eau stagnante trop près des rives...).

Il peut être nécessaire de constituer un échantillon « moyen » en mêlant plusieurs prélèvements effectués en divers points d'une section de rivière, afin de mieux connaître la chimie moyenne de l'eau sur un section donnée. En revanche, il est indispensable d'effectuer différents prélèvements dans l'espace et dans le temps et de les traiter séparément pour étudier le fonctionnement d'une mare. **(REFEA ;01)**.

Les prélèvements d'eau ont été réalisés durant le mois janvier 2022 ,sebkha oulad-Amara kenchela, les prélèvements ont été réalisés dans les meilleures conditions d'asepsie, en suivant les étapes suivantes :

- Préparation des flacons propres en plastique d'un litre pour l'échantillonnage.
- Ouvrir la vanne d'échantillonnage et permettre à l'eau de s'écouler pendant au moins 2minutes avant la collection.
- Préparation des flacons propres en plastique d'un litre pour l'échantillonnage.
- Ouvrir la vanne d'échantillonnage et permettre à l'eau de s'écouler pendant au moins 2minutes avant la collection.
- Remplir chaque flacon lentement avec un faible débit pour éviter les turbulences et la formation des bulles d'air.
- Fermer le flacon dans l'eau et s'assurer qu'il n'y a pas de vide au-dessus de l'échantillon.

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 baignoires, les échantillons peuvent être prélevés en tous points sous la surface de l'eau. (MEFTAH ET AL ; 2020).

### **3. Etiquetage**

La désignation des échantillons est une opération délicate, qui doit être réalisée avec le plus grand soin. Elle se traduit dans la pratique par l'étiquetage ou le marquage de chaque flacon d'échantillon d'eau.

Il est indispensable de repérer l'ensemble des récipients contenant les échantillons de façon claire et durable afin de permettre leur identification sans ambiguïté au laboratoire. Les échantillons prélevés doivent être clairement identifiés.

Chaque flacon doit porter une étiquette indiquant :

- L'origine de l'eau.
- La date et l'heure du prélèvement.
- La température de l'air et de l'eau.
- Le nom du point d'eau et la localisation.

Deux types de désignation des échantillons sont possibles :

- Soit les flacons sont désignés par une étiquette où sont indiquées l'origine de l'échantillon et les conditions dans lesquelles il a été prélevé.
- soit il est possible de simplifier cette opération en utilisant un système d'étiquettes numérotées ou codées.

#### 4. Matériels

##### 4.1. Matériels de prélèvement

###### In situ

Nous avons besoin de :

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



**Figure 14:** glacière pour le transport de l'échantillon (ADE ; 2022).

###### En laboratoire

- Les outils de sécurité (lunettes, gants, tablier, masque, pour éviter les frottements des produits nocives..).
- Verrerie (béchers et flacons à différents volumes).
- Pipettes (à différents mesures).



**Figure15** : photo personnel (ADE ;2022)

- Multi paramètre.
- Spectrophotomètre UV visible (mesurer les anions- Spectrophotomètre à flamme : (mesurer Les cations).

### **5. Technique de prélèvement**

Cette technique s'applique aussi bien à une bouteille de prélèvement dont l'eau sera répartie dans les différents flacons destinés au laboratoire. Dans le cas où le prélèvement d'eau est réalisé directement dans les flacons destinés aux analyses physico-chimiques classiques sans conservateur afin d'éviter tous risques de contamination et d'interaction dues aux réactifs. La technique de prélèvement est la suivante

- Avant de procéder au prélèvement des échantillons des eaux, les bouteilles les son bouchons seront rincées 3 fois avec de l'eau distillée.
- Puis elles sont rincées sur le terrain avec l'eau à analyser pour éviter toutes les contaminations avec les autres solutions.
- Après le prélèvement les bouteilles sont fermées pour éviter l'évaporation (sous la source d'eau) (**RODIER ET AL ; 2005**).

## 6. Analyse physico-chimique

### 6.1. Analyse électrochimique

#### 6.1.1. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m). La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre (μS/cm). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

$$\text{Résistivité } (\Omega.\text{cm}) = 1000000 / \text{conductivité } (\mu\text{S/cm}).$$

#### ● Principe

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

- Si R est la résistance de la colonne d'eau en ohms.
- Si sa section en cm<sup>2</sup> et l sa longueur en cm

La résistivité électrique en ohms.cm es :  $P = R \cdot S/l$

La conductivité électrique en S/cm est :  $V = 1/P = 1/R \cdot l/S$

l/S est appelé constante de l'élément de mesure.

#### ● Mode opératoire

- D'une façon générale, opérer avec de la verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage avec l'eau distillée.
- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.
- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi

d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure. (ADE. ; 2022).



**Figure 16 :** Les appareils de mesure des paramètres physique (photo personnel ADE ;2022)

### 6.1.2. Le potentiel hydrogène (pH)

- **Principe**

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie. (RÉFEA ;02).

- **Mode opératoire**

Cette méthode consiste à plonger l'électrode dans l'échantillon d'eau contenu dans un bêcher et lire directement la valeur après stabilisation de l'affichage sur l'écran du pH mètre (RODIER ET AL ;2005).

### 6.1.3. La température T (°C)

- **Principe**

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

- **Mode opératoire**

Rincer les flacons avec l'eau à échantillonner, en suite prélever l'eau dans des flacons en verre ou plastique. Insérer la cathode du multi-paramètre puis noter les mesures le plus vite possible, dès que les chiffres sont stables.

➤ **6.1.4. Minéralisation globale**

- **Principe**

La minéralisation est un indicateur de la dureté de l'eau. En géologie, la minéralisation est notamment la formation d'un minéral à partir d'autres minéraux, ou le déplacement (très lent) d'une substance minérale (par exemple du cuivre) dans une roche.(**site web 9**). Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (**RODIER ET AL ; 2009**).

➤ **6.1.5. La turbidité**

- **Principe**

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoute, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

- **Mode opératoire**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure

- **Expression des résultats**

La mesure est obtenue directement en NTU.

### 7. Analyses chimiques (Dosage des ions majeurs)

Les analyses des paramètres chimiques des échantillons sont effectuées au niveau du Laboratoire de l'ADE-khenchela, Les éléments chimiques majeurs concernés par cette étude analytique sont :

\* **Cations** :  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ , et  $\text{K}^+$

\* **Anions**:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{NO}_3^-$

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 titrimétrique

#### 7.1. Détermination de : L'AZOTE AMMONIACAL ( $\text{NH}_4^+$ )

- **Principe**

Mesure spectrophotométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de Nitroprussiate de Sodium.

- **Réactifs**

- **Réactif I**

Acide dichloroisocyanurique..... 2 g

Hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) .....32 g

Eau distillée..... q.s.p 1000 ml

➤ **Réactif II (coloré)**

Tri citrate de Sodium..... 130 g

Salicylate de Sodium..... 130 g

Nitropruciate de Sodium .....0,97 g

Eau distillée .....q.s.p 1000 ml



**Figure 17 : Réactif II utiliser (ADE ; 2022)**

● **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml d réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et attendre 1 h.

L'apparition de la coloration verdâtre vers bleuâtre indique la présence de :  $\text{NH}_4^+$

● **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l .



Figure 18 : Détermination des NITRITES ( $\text{NO}_2^-$ )

- **Principe**

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

- **Réactif**

- **Réactif mixte**

Sulfanilamide .....40 g

Acide phosphorique..... 100 ml

Naphtyle éthylène diamine..... 2 g

Eau distillée .....q.s.p 1000 ml

- **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser

- Ajouter 1 ml d réactif mixte.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ .

### 7.2. Détermination des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Méthode au Salicylate de Sodium

- **Principe**

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

- **Mode opératoire**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pur laissé reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée
- Ajouter 15 ml de Tartrate double de Sodium et de Potassium.
- Evaporer à sec de 75-88 °C et poursuivre de la même manière que pour l'échantillon à analyser.
- Multiplier par 4.43 pour obtenir la concentration en  $\text{NO}_3^-$ .
- Lire au spectrophotomètre (La lecture se fait à la longueur d'onde 420 nm).

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

### 7.3. Détermination des phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) Méthode au Salicylate de Sodium

- **Principe**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le Molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de Potassium. Réduction par l'acide ascorbique que en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 800 nm.

➤ **Réactifs**

- Réactif mixte
- Acide Ascorbique à 10 %

➤ **Mode opératoire**

40 ml d'eau à analyser

1 ml d'Acide Ascorbique

2 ml du réactif mixte

Attendre 10 mn le développement de la couleur

**7.4. Détermination des : sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

- 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

Les ions Sulfates  $\text{SO}_4^{2-}$  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/l

➤ **La méthode titrimétrie**

**7.5. Détermination du :  $\text{Ca}^{2+}$  et du  $\text{Mg}^{2+}$**

➤ **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 cétique 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 et du Magnésium.

➤ **Réactifs**

Solution d'EDTA 0.02 N

Solution tampon

Solution de Noir d'Eriochrome

Solution de Bleu d'Eriochrome

Solution de NaOH 1N

Solution d'HCl 1 N

● **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser. Ajouter 3 ml de NaOH puis 3 gouttes de Bleu d'Eriochrome. Verser la quantité nécessaire de solution d'EDTA pour obtenir le virage au violet.
- Noter V1. Ajouter à la même solution 3.2 ml d'HCl 1 N et agiter durant 1 mn jusqu'à parfaite dissolution du précipité magnésien.
- Verser 5 ml de la solution tampon et 1 goutte de solution de Noir d'Eriochrome. Bien mélanger.
- Introduire la quantité de solution d'EDTA nécessaire au virage au bleu. Noter V2 .



**Figure 19:** Virage violet et bleu (ADE 2022)

➤ **Expression des résultats :** Pour une prise d'essai de 50 ml

\*La teneur en Calcium est égale à  $Ca \text{ (mg/l)} = (V1 \cdot 0.4008 \cdot 1000) / 50$

\*La teneur en Magnésium est égale à  $Mg \text{ (mg/l)} = (V2 \cdot 0.243 \cdot 1000) / 50$

\*La dureté totale est égale à  $CaCO_3 \text{ (mg/l)} = [(V1 + V2) \cdot 1000] / 50$

### 7.6. Détermination des chlorures

#### •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.

#### •Réactifs

\*Solution de Nitrate d'Argent 0.02 mole/l

AgNO<sub>3</sub>... .. 3.4 g

Eau distillée... .. 1000 ml

\*Solution de Chromate de Potassium 100 g/l

K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>... .. 10 g

Eau distillée ..... 100 ml

\*Solution de Chlorures de Sodium 0.02 mole/l

NaCl .....0.117 g

Eau distillée ..... 100 ml

- **Mode opératoire**

- **Le blanc**

Prendre 100 ml d'eau distillée + 1 ml de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Puis titrer avec le l'AgNO<sub>3</sub> à 0.02 mole/l.

- **Le titre**

2Prendre 10 ml de NaCl à 0.02 mole/l +90 ml d'eau distillée + 1 ml de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Puis titrer avec le l'AgNO<sub>3</sub> à 0.02 mole/l.

- **L'échantillon**

Prendre 100 ml d'échantillon + 1 ml de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Puis titrer avec le l'AgNO<sub>3</sub> à 0.02 mole/l. Le tirage se fait jusqu'au virage rouge brique



Figure 20: virage rouge brique (ADE 2022)

- **Calcul**

$$[\text{Cl}^-] = (\text{VE} - \text{VB}) \cdot \text{C} \cdot \text{F} / \text{PE}$$

VE : Volume de l'AgNO<sub>3</sub> utilisé pour l'échantillon.

VB : Volume de l'AgNO<sub>3</sub> utilisé pour le blanc.

PE : la prise d'essai 100 ml

C : La concentration réelle de l'AgNO<sub>3</sub> en mol/l ( $C = 0.02 * \text{Titre} / \text{Titre} = 10 / VT$ )

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

### 7.7. Détermination TA-TAC

#### • Principe

Le Titre Alcalimétrique (TA) mesure la teneur de l'eau en Alcalis libres et en Carbonates Alcalins Caustiques. Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en Alcalis libres, Carbonates et Bicarbonates.

#### • Réactifs

##### **Solution d'Acide Sulfurique N/50**

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>..... 0.55 ml

Eau distillée ..... 1000 ml

##### **Solution de Methyl Orange**

Methyl Orange..... 0.5 g

Eau distillée ..... 100 ml

##### **Solution de NaOH N/50**

NaOH .....0.08 g

Eau distillée ..... 100 ml

##### **\*Solution de Phénophtaléine à 0.5 %**

Phénophtaléine .....0.5 g

Eau distillée ..... 100 ml

### 7.8. Titre Alcalimétriques (TA)

L'eau de consommation à un  $\text{pH} < 8$ , donc c'est une eau qui n'est pas basique, absence des ions  $\text{CO}_3^{2-}$ . Donc  $\text{TA}=0$

Si le  $\text{pH} > 8$  le procède comme suit :

Prendre 100 ml de l'échantillon + 2 gts de Phénophtaléine à 0.5 %, on obtient une coloration rose. Puis titrer avec le  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (N/50) jusqu'à décoloration.

Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

- **Le blanc**

Prendre 100 ml d'eau distillée + 3 gts de Méthyle orange. Puis titrer avec le  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (N/50).

- **Le titre**

Prendre 10 ml de  $\text{NaOH}$  (N/50) + 90 ml d'eau distillée + 3 gts de Méthyle orange. Puis titrer avec le  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (N/50).

- **L'échantillon**

Prendre 100 ml de l'échantillon + 3 gts de Méthyle orange. Puis titrer avec le  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (N/50).

Le tirage se fait jusqu'au virage jaune.



**Figure 21:** coloration avec Méthyle orange.

$$\text{TAC} = (\text{Ve} - \text{VB}) * 10 / \text{Vt} * f$$

**Ve :** volume échantillon

**Vb** : volume blanc

**Vt** : volume titre

**F** : facteur de dilution.

### 7.9. Détermination du résidu sec

#### ➤ Principe

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. c'est le résidu total si l'eau est filtrée préalablement à la mesure le résidu correspond alors aux matières dissoutes. Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée .Le résidu desséché est ensuite pesé.

#### ➤ Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée et rincée à l'eau distillée et desséchée ;
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser le dans la capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve pendant ;
- Laisser refroidir pendant un 1/4 d'heure au dessiccateur ;
- Peser immédiatement et rapidement.

#### ➤ Expression des résultats

Les résultats sont donnés en mg/l.

$$(PP-PV) \cdot 10 \cdot 1000 = \mu \text{ m/l de RS}$$

D'où PP : est le poids plein de la capsule.

PV : est le poids vide de la capsule.

# **RESULTATS ET DISCUSSION**

## Introduction

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les Eaux d' El-Mahmel pour suivre et évaluer leur qualité. Les résultats sont illustrés graphiquement.

L'intérêt principal de notre étude est de mieux caractériser la qualité physicochimique d'EL Mahmel, Les analyses ont été effectuées au laboratoire d'Algérienne des eaux Khenchela (ADE).

### 1. Résultats d'analyse obtenue

Les résultats des analyse de la région d'EL Mahmel montre une variation des concentrations des certains éléments chimiques et quelque paramètres physiques.

#### 1.1. Les paramètres physiques

##### 1.1.1. Le Potentiel d'Hydrogène Le (pH)

PH signifie « potentiel hydrogène » et se réfère à la quantité d'hydrogène d'une substance. Le pH se mesure sur une échelle de 0 à 14,7 étant la valeur neutre démontrant un équilibre entre acidité et alcalinité. Un pH inférieur à 7 indique qu'une substance est acide. Un pH en-dessus de 7 désigne une substance basique (ou alcaline). ( ENTRETEC ;2015)

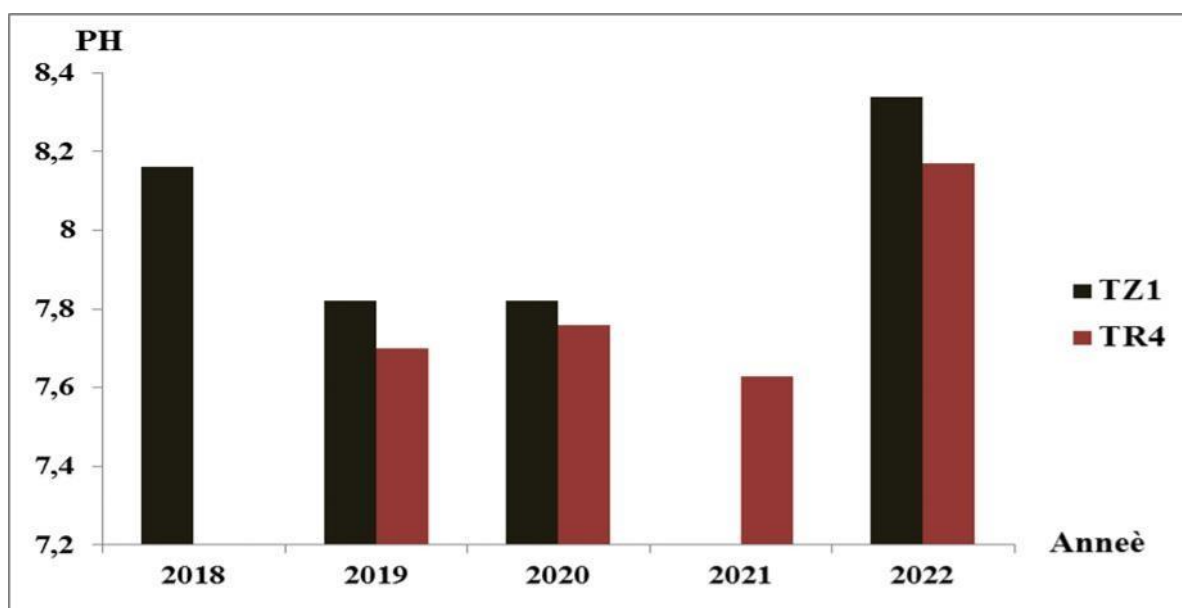


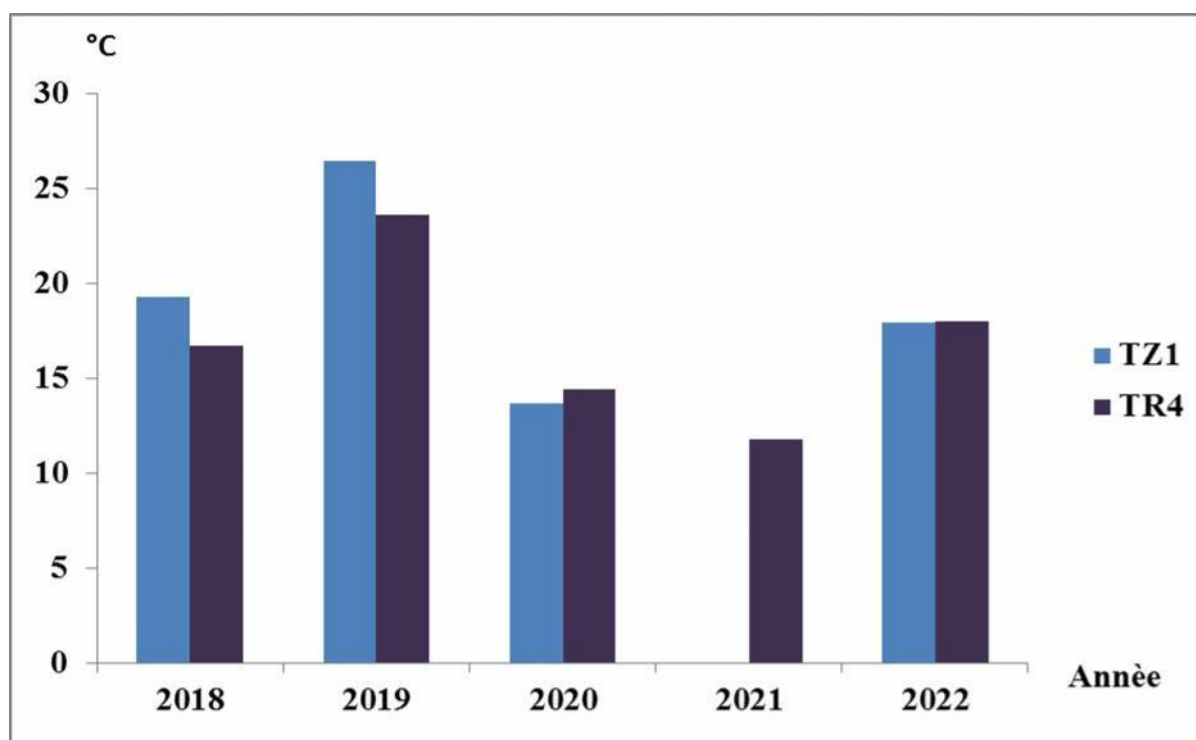
Figure 2 2 : Diagramme de pH dans les eaux de la zone d'étude  
Durant la période (2018-2022).

Le pH de la zone d'étude varie entre 6.5 et 9, les eaux d'El Mahmel est en adéquation avec la norme OMS (6,5 et 9,5) pour une eau potable. Donc en générale les eaux de la région possèdent un caractère alcalin.

### 1.1.2. La température

La température est un facteur très important, car elle conditionne l'évaporation. La température des eaux est un paramètre physique utile dans la compréhension des sources d'alimentation qui ne doit pas dépasser 25°C.

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH. (Alioui et al ;2019).



**Figure 23 : Diagramme de températures dans les eaux de la zone d'étude  
Durant la période (2018-2022)..**

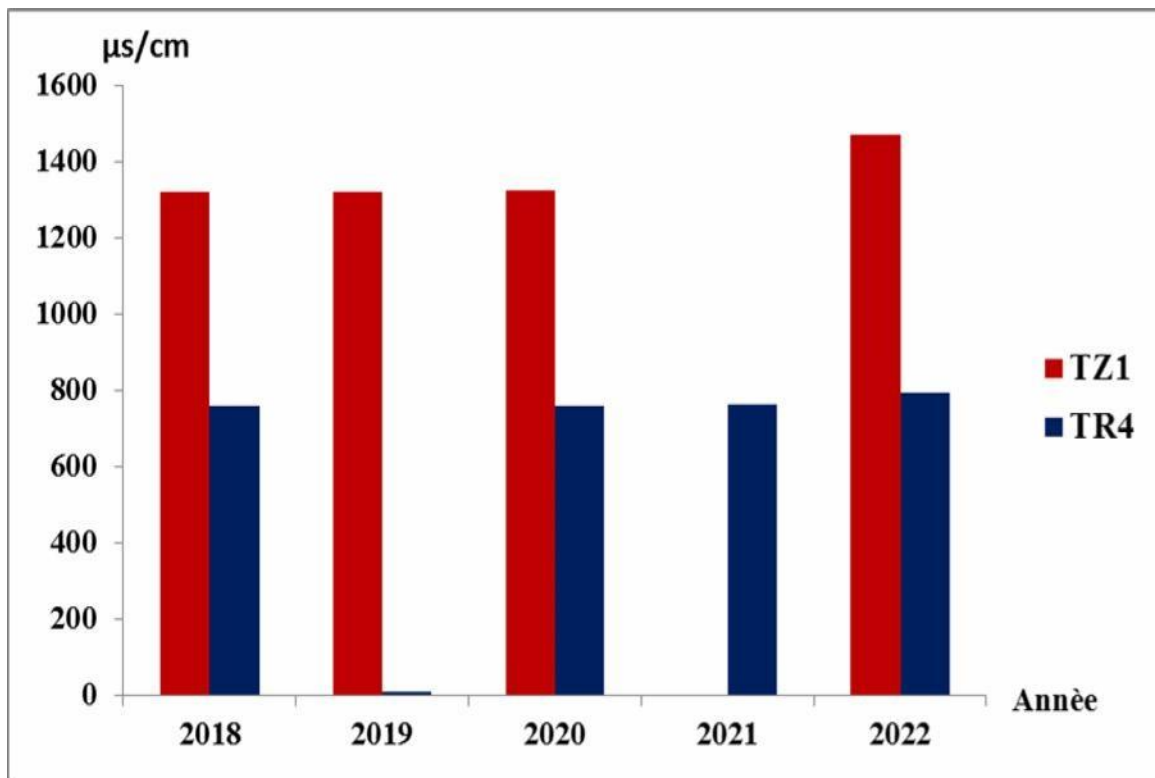
La figure montre que les valeurs de température observées sont différentes, la valeur maximale est enregistrée au niveau de forage TZ1 avec 26.4°C en 2019 et la valeur minimale est enregistrée dans le forage TR4 avec 11.8 °C en 2018 d'après les résultats on trouve que

En 2022 et durant les autres années passées les mesures observés dans la commune d'El Mahmel sont inférieures à la norme de potabilité fixée par l'OMS qui est de 25°C.

### 1.1.3. La conductivité

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. La conductivité est directement proportionnelle à la quantité des sels minéraux dissous dans l'eau. Ainsi, plus la concentration en minéraux dissout sera importante, plus la conductivité sera élevée.

La conductivité électrique est un moyen important d'investigation en hydrogéologie. Sa mesure est précise et rapide. Sa variation est liée à la nature des sels dissous et de leur concentration. (MERAH ET *al* ; 2021).

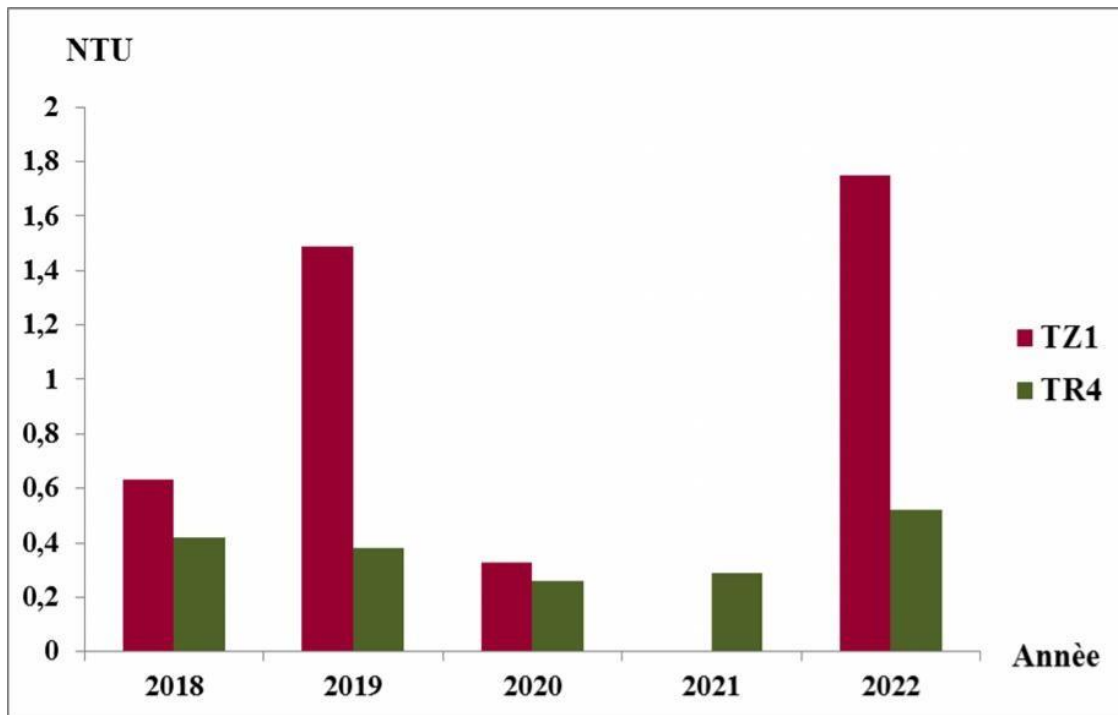


**Figure 24 : Diagramme de conductivité dans les eaux de la zone d'étude  
Durant la période (2018-2022).**

L'examen de la figure nous montre que les fortes concentrations s'observent au niveau du forage TZ1 avec une valeur de 1470  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en 2022, mais elle reste une valeur inférieure à la norme de l'OMS (2800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), pour les autres années les résultats restent inférieures à la norme

#### 1.1.4. La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. (MERAH ET *al* ; 2021).



**Figure 25 : Diagramme de la turbidité dans les eaux de la zone d'étude  
Durant la période (2018-2022).**

D'après les résultats présentés dans le diagramme on trouve que le forage TZ1 possède une forte turbidité par rapport au forage TR4.

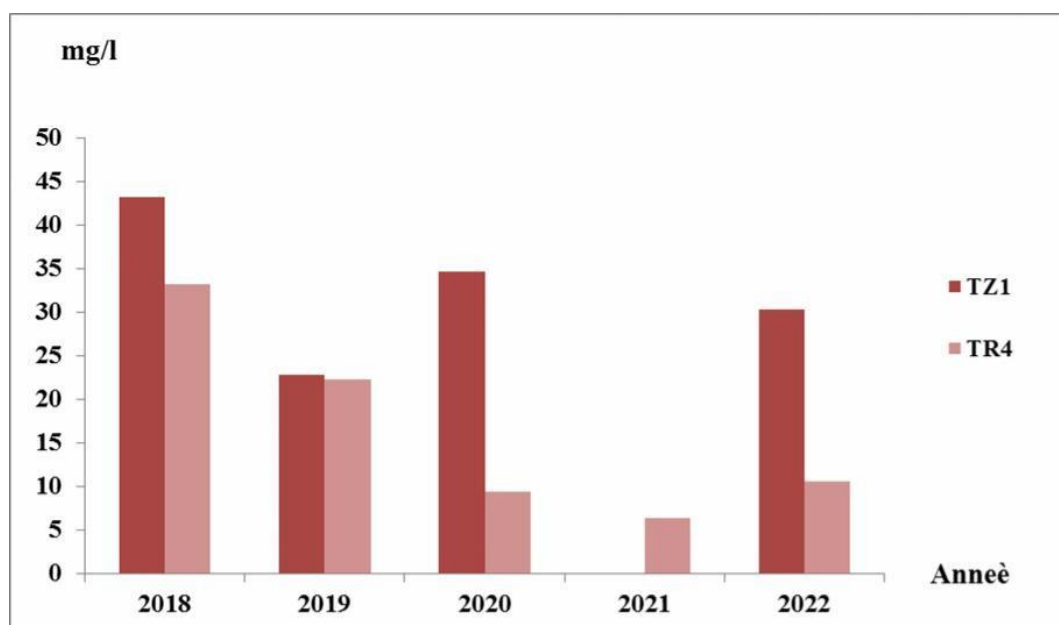
En 2019 et 2022 il y a une augmentation de la turbidité par contre la diminution est observée en 2020. Donc le forage TZ1 possède une forte turbidité que le forage TR4.

### 2.1. Etude analytique des éléments chimiques

#### 2.1.1. Sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ )

Le terme « sulfates » désigne l'ensemble des sels qui forment l'anion sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) et toutes les formes de sulfates sont très solubles dans l'eau, se dissocient facilement, et

Tendent à persister dans l'eau sous leurs formes ioniques (par exemple  $\text{Na}^+$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  pour la dissociation du sel  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) une fois dissous dans l'eau. (INERIS ; 2019).



**Figure26 : Diagramme de concentration de sulfate dans les eaux de la zone d'étude  
Durant la période (2018-2022).**

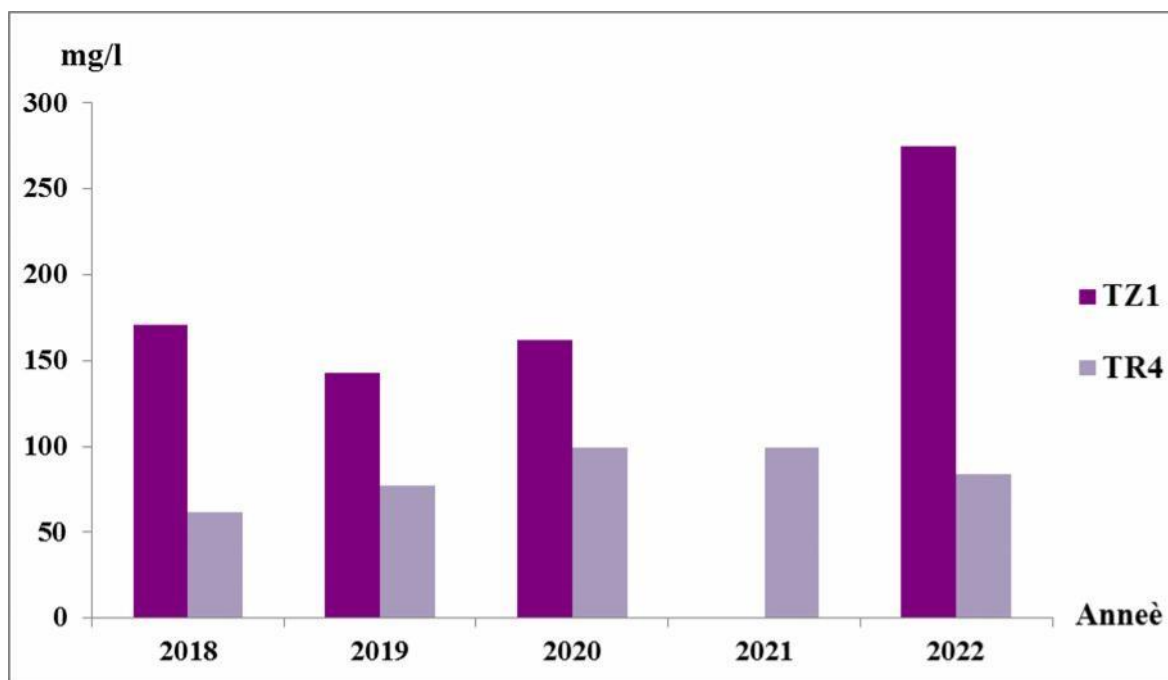
Les résultats montrent que les concentrations des sulfates sont élevées au niveau des forages TZ 1 avec une valeur maximale de 43,221 mg/l et TR4 avec 33,174 mg/l mais ces valeurs restent très faibles à la concentration maximale admissible décrétée par les normes Algériennes 400 mg/L, (Figure 26).

La forte concentration est expliquée par le lessivage de gypses qui se trouve dans le Trias est le responsable de l'augmentation de la teneur en sulfate. Alors que les faibles concentrations en sulfates et marquer en 2021 dans le forage TR4

### 2.1.2. Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium ( $\text{NaCl}$ ) et de potassium ( $\text{KCl}$ ), La présence des chlorures dans les sources d'eau potable peut être attribuée à la dissolution des dépôts de sel, (3) à l'épandage de sel sur les routes pour faire fondre la glace et la neige.

On peut faire appel à plusieurs techniques d'analyse pour doser les chlorures dans l'eau, notamment les titrages. (AVRIL ; 1979).



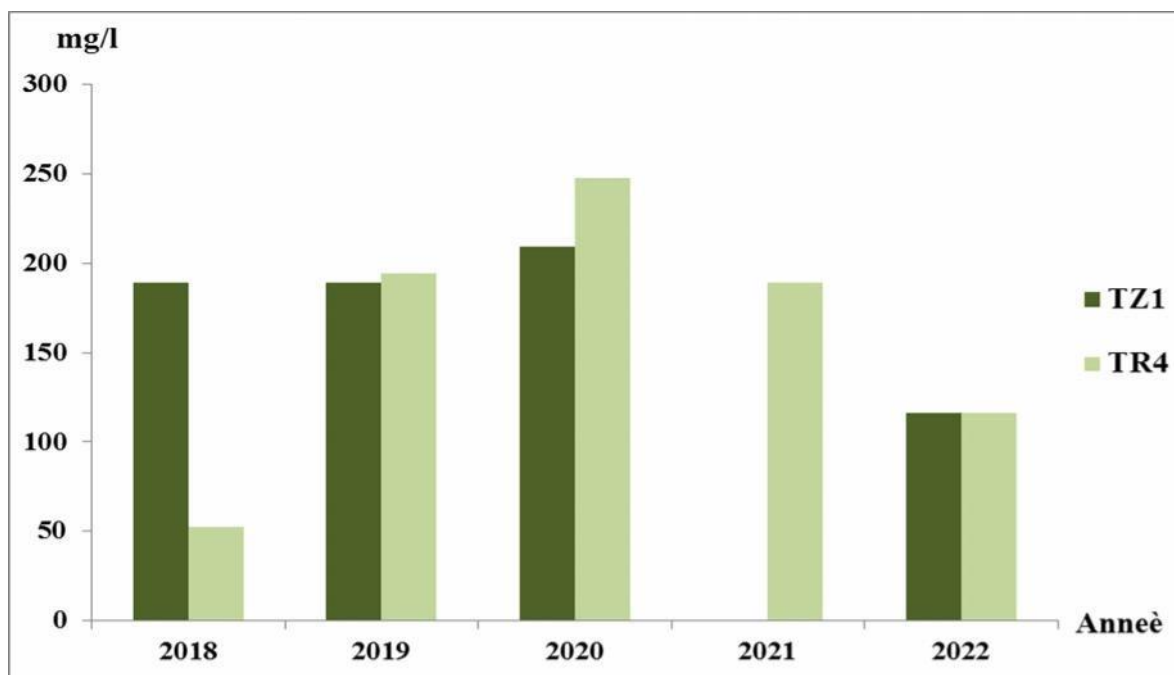
**Figure 27: Diagramme de concentration de chlorure dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).**

Le diagramme nous indique que les concentrations les plus élevées sont marquées dans les forages TZ1 avec une concentration 275 mg/l en 2022 et la concentration la plus élevée dans le forage TR4 avec 99 mg/l en 2020 (figure 27), mais les valeurs restent dans l'intervalle des normes algériennes qui fixent le taux de chlorure à des valeurs inférieures à 500mg/l. Concernant les normes d'OMS on remarque que la concentration des eaux de TZ1 est supérieure à la norme qui est de 250 mg/l..

On peut lier cette forte teneur en chlorures au lessivage des formations triasique ainsi que la présence de sebka qui est le responsable de pompage intensifs et de migration des eaux salées. Par contre les concentrations les plus faibles sont marquées dans le forage TR4 avec 62mg/l.

### 2.1.3. Les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )

Les bicarbonates se trouvent dans les eaux naturelles, leur présence dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées tel que les calcaires et les dolomies. Le comportement d'une eau dépend du fait qu'elle est ou non à l'équilibre. (NGOUALA *et al* ; 2016).



**Figure 28: Diagramme de concentration de bicarbonate dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).**

Les résultats montrent que le forage TR4 possède une concentration élevée en 2020 avec une valeur de 248 mg/l et le forage TZ1 avec une valeur de 209 mg/l en 2020. (Figure 28), Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quelque soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

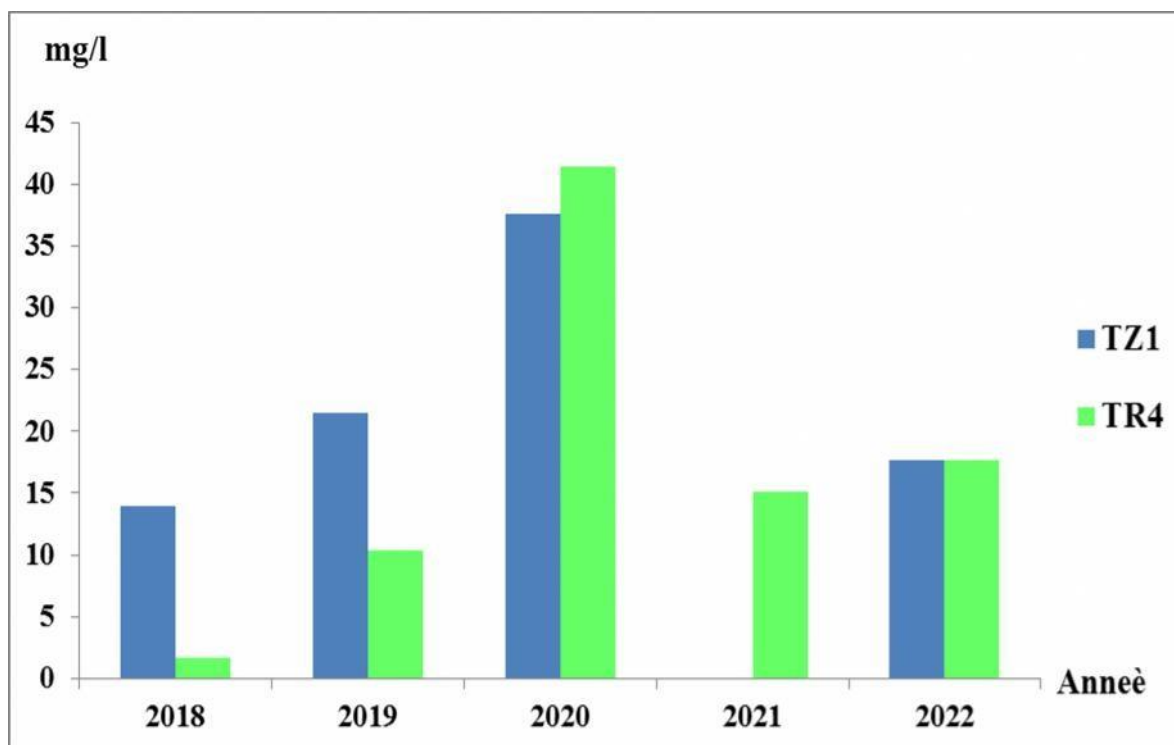
Les fortes teneurs sont dues probablement à l'influence des formations carbonatées d'âge maestrichtien, constituant le massif Djebel chattaya .

Et la teneur la plus faible est marquée dans le forage TR4 avec une valeur de 52 mg/l en 2018.

#### **2.1.4. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Les nitrates se retrouvent dans l'environnement de façon naturelle mais de nombreuses activités humaines ont pour effet d'augmenter leur concentration dans l'eau et le sol. L'agriculture est présentée comme la source la plus importante de nitrates lessivés vers les nappes souterraines et les eaux de surface.

Les installations septiques déficientes et les bris dans la structure des puits peuvent être aussi des causes de contamination de l'eau par les nitrates. (GAUDREAU ET al ; 1998).



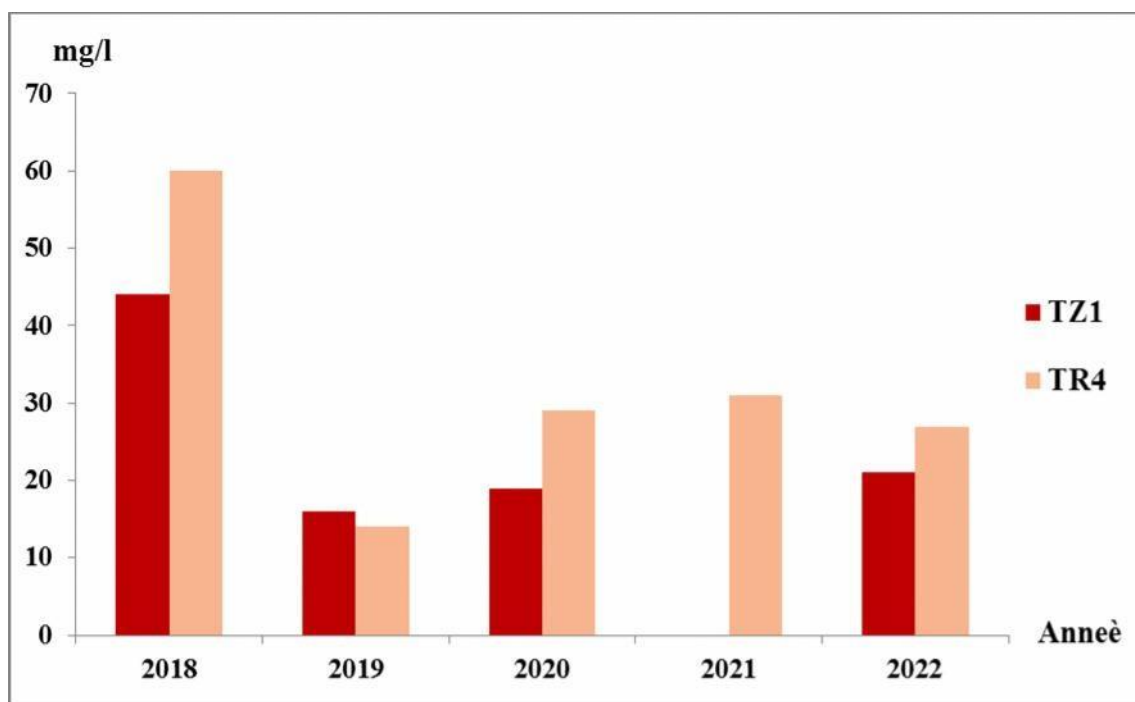
**Figure 29: Diagramme de concentration de nitrate dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).**

La distribution des teneurs de nitrate montre que les concentrations les plus élevées sont marquées dans le forage TR4 avec une valeur de 41,41 mg/l en 2020 et le forage TZ1 avec une valeur de 37,63 mg/l en même année (figure29), elle reste inférieure ou proche à la norme prescrite par le journal officiel qui est de 50 mg/l. La plus faible teneur est signalée dans le forage TR4 en 2018 avec 1,675mg/l.

L'origine des fortes concentrations est due à l'utilisation des engrais chimiques nitrés dans les champs agricoles et dans les cultures et l'élevage intensif.

#### 2.1.5. Le Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

La majorité des eaux naturelles contiennent généralement une petite quantité de magnésium, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées. Il provient de l'attaque par l'acide carbonique des roches magnésiennes et de la mise en solution du magnésium sous forme de carbonates et bicarbonates. (NOUAYTI ET *al.*, 2015).



**Figure 30 : Diagramme de concentration de magnésium dans les eaux de la zone d'étude Durant la période (2018-2022).**

Les résultats montrent que les concentrations de magnésium sont élevées au niveau des forages TR4 avec une valeur maximale de 60 mg/l en 2018. (Figure 30), elles sont toutes comprises dans l'intervalle des normes algériennes qui fixent le taux de  $Mg^{+2}$  à des valeurs inférieures à 150 mg/l, mais elles sont supérieures à la norme préconisée par l'OMS qui est de 50 mg/l

On peut attribuer les fortes teneurs en magnésium à la dissolution des formations dolomitiques qui se trouve dans le trias à proximité de forage.

Alors que les faibles concentrations en magnésium et dans le forage TZ1 avec une concentration de 19 mg/l. Il y a une diminution de la teneur en magnésium dans les deux forages durant les années 2019-2020.

# CONCLUSION

## Conclusion générale

---

Les données de divers paramètres (géologiques, hydro-climatiques, et hydro-chimiques), nous a permis d'apprécier la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la zone d'étude. L'aperçu climatique de la région d'El Mahmel montre que le climat qui y règne est semi-aride (hiver froid et été chaud).

L'étude hydro chimique a permis de caractériser les principaux paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés, On a pu distinguer une liaison de cause à effet entre la géologie et le chimisme des eaux souterraines. Elle 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 (2018-2022). Les analyses révèlent une grande diversité des compositions chimiques.

# **LISTE DES REFERANCES**

## Références bibliographique

---

**ADE. ( 2022):** LABORATOIRE DE L'ALGERIENNE DES EAUX –

KHENCHELA/MANUEL PRATIQUE

**ALIOUI et al. (2019) :** Aptitude à l'irrigation des eaux souterraines de la commune d'El Mahmel (w.Khenchela), Mémoire de fin d'étude Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master ; UNIVERSITE ABBES LAGROUR KHENCHELA.page :17-18-19-20.

**AOUIDANE. (2017):** Origines de la salinisation des eaux et des sols d'une zone à climat semi-aride : Cas de Remila (W. Khenchela), these en vue de l'obtention du diplome de doctorat en sciences agronomiques, université mohamedkholderbiskra.

**AVRIL. ( 1979) :** Chlorure (11/87), (mis à jour en novembre 1987).p :1-2

**AZLAOUI et al. (2019) :** Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau consommée au site de l'université Ziane Achour de Djelfa, thèse de master , univ Ziane Achour–Djelfa, p :12-15

**BOUAGUE .( 2014) :** Structure et écologie des Phœnicoptéridés dans l'éco-complexe de zones humides de l'Est algérien.thèse de doctorat. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-p :55

**BOUAKKAZ. (2017) :** Ecologie du peuplement avien de la sebkha De Ouled Amara (El-Mahmel, wilaya de Khenchela).these de DOCTORAT.univ. BADJI MOKHTAR – ANNABA.p :22

**Boumezbeur. et a., (2004) :**livre ATLAS[IV] des zones humides Algériennes d'importance internationale, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural Direction Générale des Forêts-algerie .p :8

**BOUZEKRI .(2015) :** EVALUATION MULTICRITERE DES SITUATIONS CRITIQUES AU RISQUE DE LA DESERTIFICATION DANS LES AURES (ALGERIE), THESE Pour l'obtention du diplôme de doctorat 3ème cycle En Aménagement du territoire et gestion des risques majeurs , UNIVERSTIE EL HADJ LAKHDAR- BATNA.

Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 121

**Djebbari et al .(2021)**Djebbari Walid, Meftah Fatima Zohra, Hadj Allal Fatima Zohra, Merzouk Abdessamad Chronologie phytodynamique de quelques stations du matorral : région

## Références bibliographique

---

de Tlemcen Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement, Vol.(v), No.1, Avril 2021, pp.62-7

**DOUGUEDROIT. (2005)** : LA « RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE » DE LA CLIMATOLOGIE PENDANT LA SECONDE MOITIE DU XXème SIECLE : LE PARADIGME DE L'ÉTAT DU « SYSTEME CLIMATIQUE », Institut de Géographie, UMR 6012 ESPACE, Université de Provence (Aix-Marseille I) 29 Av. R. Schuman, 13621 Aix-en-Provence Cedex 1, France annickd@up.univ-aix.fr.

**Entretec .(2015)** : brochuer\_ph\_neutralizer\_fr, Groupe E Entretec SA (distributeur officiel) Route du Madelain 6 • 1753 Matran • Suisse

**Gaudreau et al. (1998)** : LA CONTAMINATION DE L'EAU DES PUIITS PRIVÉS PAR LES NITRATES EN MILIEU RURA, Bibliothèque Nationale du Canada 3 IÈME trimestre 1998, ISBN: 2-89342-107-5.

**Hassad.( 2018).**"CARACTERISATION GEOCHIMIQUE ET ISOTOPIQUE DES EAUX SOUTERRAINES DU PALTEAU DE MELLAGOU BOUHMAMA. KHENCHELA-ALGERIE". L'obtention de Diplôme de DOCTORAT L.M.D. en Ecologie et Environnement Université ABBES LAGHROUR Khenchela

**IBGE. (2005)** : Les données de IBGE : quot;L&#39;eau à Bruxelles&quot; ,Novembre 2005.p :3/16

**INERIS .(2019)** : SULFATES – n° CAS : 14808-79-8, VALEUR GUIDE ENVIRONNEMENTALE, Version 1 : Décembre 2019 ,Ineris-179910-2072844-v1.page :01

**Kirkpatrick et al .( 2008)** La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47 p :02

**LEBCHEK .( 2021)** : ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN NEOGENE DETIMGAD (WILAYA DE BATNA -- NORD-EST ALGERIEN), THÈSE En vue de l'obtention du diplôme de DOCTORAT DE TROISIÈME CYCLE, p :144

**Meftah et al .( 2020)** :Etude de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de la sebkha d'Ouled Amara, ville d'ElMahmel-khenchela, MEMOIRE Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER ;Université ABBES LAGHROUR –KHENCHELA.page :38

## Références bibliographique

---

**MEFTAH et al. (2020)** : Etude de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de la sebkha d'Ouled Amara, ville d'EIMahmel-khenchela.these de master.univ. ABBES LAGHROUR –KHENCHELA p : 28-29

**MERAH et al. (2021)** : Contribution à l'étude de la qualité physique et chimique des eaux du barrage de BABAR (W- Khenchela), Réalisé en vue de l'obtention du diplôme de MASTER II Option : écologie fondamentale et appliqué, univkhenchela,page :78-79-80

**MESSAI.(2017)** :etude de la bioecologie et de la structure du peuplement des moustiques (diptera : culicidae) dans les zones humides des hautes plaines du sud constantinois,ThèseEN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN SCIENCE ;Université des Frères MentouriConstantine.page :33

**NGOUALA et al. (2016)** : CARACTERISATION EAUX DE SURFACE – EAUX SOUTERRAINES DANS L'AQUIFERE COTIER DU BASSIN VERSANT DE LA LOEME EN REPUBLIQUE DU CONGO, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°28, Dec 2016, pp. 237-256 ,© 2016 All rightsreserved, LegalDeposit 1266-2002

**Nouayti et al .( 2015)** : Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc) Assessmentofphysico-chemicalquality of groundwaterof the Jurassicaquifersinhigh basin of Ziz (Central High Atlas, Morocco), J. Mater. Environ. Sci. 6 (4) (2015) 1068-1081,page :7/14

**OUANASSI et al.( 2021)** : Etude de la possibilité d'une éventuelle réhabilitation et mise en eau dans le barrage de Foug El Geuiss, Kais, wilaya de Khenchela (N, E Algérie), MEMOIRE DE MASTER ; Université Larbi Tebessi –Tébessa.

**OUANES .( 2020):** EFFET DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA PLAINE DE F'KIRINA DE LA W. D'OUM EL BOUAGHI ; THÈSE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN SCIENCE, Université 8 Mai 1945 Guelma.page :40

**OURDI .(2019):**Le jardin un espace de vie sociale et un régulateur climatique dans le milieu urbain, MEMOIRE MASTER II EN ARCHITECTURE ,Option : Architecture et Environnement , Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.p :15

## Références bibliographique

---

**Piedallu;.(2005):** Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études situationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques ; Revu, For. Fr. LVII - 4- 2005 .p:338

**Pierre .(2008) :** Le vent : importance, mesures, modélisation et tribulations, Bulletin de la Société géographique de Liège, 51, 2008, 17-29,p :18-19

**RéFEA. 02 :** ANALYSES DE L'EAU/ ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE. fiche technique rédigée par l'équipetechnique du RéFEA

**RéFEA.01 :** ANALYSES DE L'EAU / PRESENTATION GENERALE, fiche techniquerédigée par l'équipe technique du RéFEA

**Rodier et al .( 2005) :**L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.8eme édition: Dunod, Paris.

**Rodier, J. (2009).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires. Eau de mer. edition. Dunod, Paris, 1384.

**SAADI et al. (2014) :** Prospection et Identification de la zone humide « chott EL Frain » Sétif These de master.univ. Mohamed El Bachir El Ibrahim B.B.A. p :17

**Sandra .( 2000) :** PRISE EN COMPTE DES SPECIFICITES DE L'EVAPOTRANSPIRATION EN ZONE SEMI-ARIDE DANS LA MODELISATION GLOBALE DE LA RELATION PLUIE-DEBIT , DEA Sciences de l'Eau dans l'Environnement Continental, UNIVERSITE MONTPELLIER II SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC.

**SEBAIBI .( 2014) :** potentialités agro-climatiques de la région de zenata et de maghnia. étude d'une longue série climatique, mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur, UNIVERSITÉ ABOU-BEKR BELKAID – TLEMCEM.p :154

**SEDDIK et al.(2010) :** SEDDIK.S , MAAZI.M.,HAFID.H,SAHEB.M, MAYACHE.B, METALLAOUIS, HOUHAMDI.M Statut et écologie des peuplements de Laro-limicoles et d'Echassiers dans le Lac de Timerganine (Oum El-Bouaghi, Algérie)- Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2010, n°32 (2), 111-118.P/113.

## Références bibliographique

---

**ZOUATINE. (2019)** : Approche à l'étude d'une stratégie De développement durable des ressources hydriques cas du lac Réghaïa.thes de master.univ. Mohamed Khider de Biskra p :17

### Les sites web :

- (1):<https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/climatologie>
- (2):<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-humidite>
- (3) :<http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire>.
- (4) :<https://www.precis-mecanique.com/specialites/evapotranspiration>
- (5) :<https://fr.wikipedia.org/wiki/Min%C3%A9ralisation>

## **Etude des paramètres physico-chimique des eaux de la commune d'El Mahmel (W.Khenchela).**

### **Résumé**

La Wilaya de Khenchela est l'une des Wilayat qui souffrent d'une forte demande des ressources en eau dans les différentes localités, vue l'importance de cette matière vivante, Pour cette raison, nous avons choisi la commune d'El Mahmal dans la wilaya de Khenchela comme un point d'étude des propriétés chimiques et physiques de l'eau et de comparaison de l'évolution de sa qualité au fil des années.L'étude hydro- climatique montre que La zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride.

L'étude hydro- chimique des eaux de la commune d'Elmahmel nous a permis à la détermination des caractéristiques des eaux dans la wilaya de Khenchela à travers les propriétés physiques et chimiques. Nous avons travaillé à connaître les caractéristiques de chaque échantillon dans le laboratoire de l'Algérienne des eaux après avoir obtenu des échantillons pour plusieurs points situés dans la zone.

**Mots clé :** Hydrochimie, Géologie, Climatologie, physique, eau de surface.

## دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لمياه منطقة المحمل بولاية خنشلة

### ملخص

ولاية خنشلة من الولايات التي تعاني من الطلب المتزايد على مصادر المياه في مختلف مناطقها نظرا لأهمية هذه المادة إن سبب اختيار موضوع البحث كان من أجل توضيح الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه و طبيعتها لهذا اخترنا بلدية

المحمل في ولاية خنشلة كنقطة لدراسة خصائص المياه الكيميائية و الفيزيائية و مقارنة تطور جودتها خلال السنوات السابقة. تظهر الدراسة المناخية المائية ان منطقة الدراسة تمتاز بمناخ شبه جاف.

سمحت لنا الدراسة الهيد وكيميائية لمياه بلدية المحمل بتحديد خصائص المياه في ولاية خنشلة من خلال الخواص الفيزيائية والكيميائية قمنا بالعمل على معرفة خصائص كل عينة في مخبر الجزائرية للمياه بعد الحصول على عينات لعدة نقط موجودة في المنطقة.

### كلمات مفتاحية

الكيمياء المائية, الجيولوجيا, علم المناخ, الفيزياء, المياه السطحية.

## **Study of the physical and chemical properties of the water of the Mahmal area in the Wilayat of Khenchela.**

### **Abstract**

Khenchela is one of the states that suffer from an increasing demand for water resources in its various regions due to the importance of this substance, The reason for choosing the subject of the research was in order to clarify the physical- chemical characteristics of water and its nature. That is why we chose the municipality of al- Mahmel in the wilayat of khenchela as a point for studying the chemical-physical properties of water and comparing the evaluation of its quality during the previous years , the hydro-climatic study shows that the study area is study area is characterized by a semi-arid climate .

The hydrochemical study of the water of the municipality of Mahmel allowed us to determine the characteristics of the water in the wilayat of khenchela through its physical and chemical properties. We worked on knowing the characteristics of each sample in the Algerian water laboratory, after obtaining samples from several points located in the area.

**Key words:** Hydrochemistry, geology, climatology, physics, surface water.