



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de KasdiMerbah d'Ouargla

Faculté des hydrocarbures et de l'énergie renouvelable

et des sciences de la terre et de l'Univers

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

Mémoire

Présenté pour l'obtention de diplôme de

Master

Spécialité : Hydrogéologie

Thème

**Evolution géochimique Du Lac Témacine  
wilaya de Touggourt**

Présenté par :

**Benlamoudi Imad**

Soutenu publiquement le : 27/06/2024

Devant le jury composé de :

Président : *Belksier Mohammed Salah* M.C.A Univ. KasdiMerbah d'Ouargla

Promoteur : *Hacini Messaoud* M.C.A Univ. KasdiMerbah d'Ouargla

Examineur : *Boussaada Nawal* M.C.A Univ. KasdiMerbah d'Ouargla

Année Universitaire: 2023/2024

## الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

الحمدُ لله ما انتهى جهْدُ، ولا تمَّ فضلُ، ولا وصلنا درباً إلا برحمته وكرمه، فالحمدُ لله على بلوغ النجاح والفلاح

إما عن فرحة التخرج فلا اقتباسات ينصفها ولا شعور يعبر عنها مع كل كلمة تخرج مؤثرة تبقى الكلمات فوق الوصف

أهدي ثمرة جهدي هذا إلى أعز وأغلى إنسانة في حياتي، التي أنارت دربي بنصائحها، وكانت بحرا صافيا يجري بفيض الحب، والبسمة

إلى من زينت حياتي بدعواتها بضياء البدر، وشموع الفرح، إلى من منحتني القوة والعزيمة للمواصلة الدرب، وكانت سببا في مواصلة دراستي إلى الغالية على قلبي أمي فاطمة الزهراء عرعار

إلى من علمني الصبر والاجتهاد، والمثابرة إلى من أعانني على كل حرف احتجته في مسيرتي الدراسية بدون إهمال إلى الغالي: أبي محمد السعيد بن لعمودي

كما اهدي نجاحي إلى خطيبي ورفيقة دربي إن شاء الله: أروى

و إلى إخوتيكل باسمه حفظهم الله عز وجل

إلى كل العائلة الكريمة بما فيهم عمتي، وزملاء الدراسة متمنيا لهم التوفيق والنجاح

إلى كل الأشخاص الذين أحمل لهم المحبة والتقدير

إلى كل من نسبه القلم وحفظه القلب

خريجكم الأول في العائلة عماد

# Remerciements

*Nous tenons à remercier avant tout le bon Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage et la force d'élaborer ce travail.*

*Au terme de cette étude, nous remercions, en premier lieu, notre promoteur*

***Pr: Hacini Messaoud** pour sa disponibilité, son sérieux et ses conseils judicieux.*

*Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à **BENGUEGA M. Salah**, Ingénieur d'état en Hydraulique à l'ANRH Unité Territoriale de Touggourt pour son aide, ses conseils qui nous ont été d'un apport précieux.*

*Je remercie le chef du département, **Belksier Mohammed Salah**, qui m'a fourni tout ce dont j'avais besoin pour toute question*

*Nos remerciements aussi aux membres du jury qui ont acceptés la soutenance de notre thème*

*Je remercie le **Pr Djidel Mohamed** avec tous les logiciels, et le **Pr Melle: Mabedi Nawal***

*et, **Qaqa Omar**, qui m'a aidé dans le laboratoire de géologie du Sahara avec tous les moyens et informations.*

*Nous tenons pour cette occasion à présenter nos vifs remerciements à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

*Nous remercions tous les enseignants du département des sciences de la terre et de l'univers de l'Université de KasdiMerbah d'Ouargla qui ont assurés notre formation durant le cycle d'étude*

## المخلص

بحيرة تماسين هي بحيرة تقع في الجزائر، وتحديداً في منطقة تماسين ولاية تقرت في الجنوب الشرقي للبلاد. تعتبر البحيرة واحدة من الوجهات السياحية الهامة في المنطقة بسبب مظهرها الطبيعي والأهمية البيئية التي تحملها.

تتغذى البحيرة من المياه الجوفية والينابيع الطبيعية، وتعد موطناً لمجموعة متنوعة من النباتات والحيوانات، مما يجعلها منطقة ذات تنوع بيولوجي كبير. بالإضافة إلى ذلك، تعتبر البحيرة مصدر رزق لبعض السكان المحليين الذين يعتمدون على صيد الأسماك والزراعة في الأراضي المحيطة بها.

تواجه بحيرة تماسين تحديات بيئية عدة، بما في ذلك تغيرات المناخ والاستغلال البشري المفرط، مما يهدد التوازن البيئي في المنطقة. ومع ذلك، هناك جهود مستمرة للحفاظ على البحيرة وحمايتها من خلال برامج الحماية البيئية والتنمية المستدامة.

تعتبر البحيرة أيضاً جزءاً من التراث الثقافي للمنطقة، حيث ارتبطت بالعديد من القصص والأساطير المحلية التي تعكس تاريخ وثقافة المجتمع المحلي لهذا يجب علينا الاهتمام والمبادرة في تنظيمها ونضافتها من التلوثات البيئية المحيطة بها لجعل مياهها صالحة الاستعمال الزراعي وبيئتها ملائمة للتمتع بنقاء جوها ومظهرها الطبيعي.

## Résumé

Lac Témacine est un lac situé en Algérie zone de Témacine wilaya de Touggourt Sud-est du pays. Le lac est considéré comme l'une des destinations touristiques importantes de la région en raison de sa forme naturelle et son importance environnementale.

Lac est alimenté par des eaux souterraines et des sources naturelles, et abrite une variété de plantes et d'animaux, ce qui en fait une zone d'une grande biodiversité. De plus, le lac constitue une source de revenus pour certains résidents locaux qui dépendent de la pêche et de l'agriculture dans les terres environnantes.

Lac Témacine est confronté à plusieurs défis environnementaux, notamment le changement climatique et la surexploitation humaine, qui menacent l'équilibre écologique de la région. Cependant, des efforts sont en cours pour préserver et protéger le lac à travers des programmes de protection de l'environnement et de développement durable.

Lac est également considéré comme faisant partie du patrimoine culturel de la région, car il est associé à de nombreuses histoires et légendes locales qui reflètent l'histoire et la culture de la communauté locale. Nous devons donc prendre soin et prendre l'initiative de son organisation et de son nettoyage. de la pollution environnementale qui l'entoure pour rendre son eau propre à un usage agricole et son environnement propice à la jouissance de la pureté de son atmosphère et de son aspect naturel.

## Abstract

Lake of Temacine is a lake located in Algeria, specifically in the Temacine region within the state of Touggourt in the south-east of the country. The lake is considered one of the important tourist destinations in the region due to its natural beauty and the environmental importance it holds.

The lake is fed by groundwater and natural springs, and is home to a variety of plants and animals, making it an area of great biodiversity. In addition, the lake is a source of livelihood for some local residents who depend on fishing and agriculture in the surrounding lands.

Lake of Temacine faces several environmental challenges, including climate change and human overexploitation, which threatens the ecological balance in the region. However, there are ongoing efforts to preserve and protect the lake through environmental protection and sustainable development programmers.

The lake is also considered part of the cultural heritage of the region, as it is associated with many local stories and legends that reflect the history and culture of the local community. Therefore, we must take care and take the initiative in organizing it and cleaning it from the environmental pollution surrounding it to make its water suitable for agricultural use and its environment suitable for enjoying the purity of its atmosphere and its natural appearance.

**Sommaire**  
**Introduction Générale**  
**Chapitre I**

Titres	Page
Situation Géographique	1
Situation Topographie et Géomorphologie	2
Lac Témacine	3
Climatologie	4
Analyses des paramètres	5
Etude des températures	5
Etude des précipitations	8
Évaporation	10
Humidité relative	10
Durée d'Insolation	11
Etude géologique	11
<b>GÉOLOGIE RÉGIONALE</b>	11
<b>CADRE GEOLOGIQUE LOCAL « OUED RIGH »</b>	12

**Chapitre II**

Présentation du milieu d'étude (Témacine)	15
Présentation de la région d'étude	15
Présentation de Lac Témacine	16
La méthode utilisée pour réaliser ce travail	16
La Méthode de prélèvement d'échantillons	17
La méthode de conservation de l'échantillon	17
Sites d'échantillonnage	17
Éléments à mesurer	19
Les paramètres physiques	19
L'analyse chimique	19
Matériels d'étude	19
Méthode de travail	21
Outils de traitement des données	22

**Chapitre III**

1. Morphologie du lac	25
Caractéristiques principales	25
Localisation	25
2. Source d'alimentation	25
3. Paramètres physico-chimique	26
<b>3.1. Paramètres physiques</b>	26
a. Températures	26
b. Potentiel d'Hydrogène (PH) :	27
c. la conductivité électrique :	27
2 les éléments chimiques	28

A. Sodium (Na+) :	28
B. Calcium (Ca+)	30
C. Magnésium (Mg)	31
D. Potassium (K+)	33
E. Sulfates (SO <sub>4</sub> )	34
F. Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> )	36
G. Chlorures (CL) :	37
4. la relation entre les éléments chimiques (les cations et les anions)	39
1. Sodium –chlorure (Na- CL)	39
3. Sodium_ bicarbonate (Na_HCO <sub>3</sub> )	40
4. Calcium –chlorure (Ca-Cl)	40
7. Bicarbonate-calcium (HCO <sub>3</sub> _Ca)	42
Diagramme de Piper	44
Diagramme de Schoeler- Berkaloff	46
Diagramme de stabler	47
Diagramme Wilcox	48
Le fasciés chimiques des éléments	49
5. Etat de l'environnement :	50
a. Développement de Tourisme écologique :	51
b. Protection et conservation de l'environnement :	51
c. Développement économique local	51
D. recherche et éducation	51
e. infrastructures et accessibilité	51
f. Préserve le lac :	51

## Conclusion générale

## Liste des figures

### Chapitre I

Figure	Titre	Page
Figure 01	Situation géographique de la région Témacine (Google Earth)	2
Figure 02	la photo satellitaire de la région de Témacine (Google Maps)	3
Figure 03	Lac de Témacine	4
Figure 04	Les sous bassins versants du Sahara algérien et les stations météorologiques	5
Figure 06	Variation des températures moyennes annuelles, à la station de Touggourt (1975-2015).	6

Figure 07	Variation des températures moyennes mensuelles, à la station de Touggourt (1975-2015).	7
Figure 08	Variations interannuelles des précipitations, à la station de Touggourt (1975-2015).	9
Figure 09	Répartition moyenne mensuelle des précipitations (1975_2015)	10
Figure 10	les grande unités géologique au Sahara (HACINI.M ,2006)	12
Figure 11	Géologique de la valle d'oued Righ	14

## Chapitre II

Figure12	Schéma représentative de la région Témacine ses limites (source :T,S, De la commune de Témacine )	15
Figure 13	Situation géographique du lac Témacine (Source: T.S. De la commune Témacine)	16
Figure 14	Stations d'échantillonnage (source :T.S de la commune Témacine)	17
Figure 15	Photographie représentant les station (1,2,3,4) Prélèvement du lac Témacine 2024	18
Figure 16	Photographie représentant les stations (5.6.7.8) Prélèvement du lac Témacine 2024	18
Figure 17	les échantillons de l'eau du lac de Témacine	19
Figure 18	Photomètre	20
Figure 19	Multi paramètre	20
Figure 20	Métro hm	20
Figure 21	Gravimétrie	20
Figure 22	Diagramme	23
Figure 23	EXCEL	23
Figure 24	Logiciel High score plus	24
Figure 25	Server	24

## Chapitre III

Figure 26	El Bhour lac Témacine	25
Figure 27	Image la lac Témacine par (Google Arth)	26
Figure 28	La température f (le mois)	26
Figure 29	Le PH f (Mois)	27
Figure 30	La conductivité électrique f (Mois)	28
Figure 31	Carte de concentration chimique ( Na)	29
Figure 32	Concentration en (mg/l) de sodium (Na+) de mois février 2024 et avril 2024	29
Figure 33	Carte de concentration chimique (Ca)	30
Figure 34	Concentration en (mg/l) de calcium (Ca+) de mois février 2024 et avril 2024	31
Figure 35	Carte de concentration chimique (Mg)	32
Figure 36	Concentration en (mg/l) de Magnésium (Mg+) de mois février 2024 et avril 2024	32
Figure 37	Carte de concentration chimique (K+)	33
Figure 38	Concentration en (mg/l) de Potassium (K+) de mois février 2024 et avril 2024	34
Figure 39	Carte de concentration chimique (SO4)	35
Figure 40	Concentration en (mg/l ) Sulfate (SO4) de mois février et 2024 et avril 2024	35
Figure 41	Carte de concentration chimique (HCO3)	36
Figure 42	Concentration en (mg/l) Bicarbonate (HCO3) de mois février 2024 et avril 2024	37



Figure 43	Carte de concentration chimique (CL)	38
Figure 44	Concentration en (mg/l) de chlorure (CL) de mois février 2024 et avril 2024	38
Figure 45	Relation entre (Na-CL)	39
Figure 47	Relation entre (Na-HCO <sub>3</sub> )	40
Figure 48	Relation entre (Ca-CL)	40
Figure 50	Relation entre (SO <sub>4</sub> – Ca)	41
Figure 55	Piper	45
Figure 56	Schoeler-Berkaloff	46
Figure 57	Stabler	47
Figure 58	Wilcox	48
Figure 59	Graphe de Drx (Quartz + calcite)	48
Figure 60	Répartition des résultats sur le diagramme de piper	50
Figure 61	Faciès chimique des éléments	50
Figure 62	Lac de Témacine (oued Righ)	52
Figure 63	Zone polluée du lac Témacine	53

## Liste des tableaux

### Chapitre I

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Caractéristique de la station climatologique de Touggourt	4
Tableau 02	Valeurs des températures moyennes annuelles de la station de Touggourt (1975-2015)	6
Tableau 03	Valeurs des Températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Touggourt (1975-2015)	7
Tableau 04	Variation des précipitations moyennes annuelles (mm) station de Touggourt	8
Tableau 05	Précipitations moyennes mensuelles, observées durant la période (1975-2015):	9
Tableau 06	Évaporation moyenne mensuelle (mm), Période (1999-2008) (O.N.M. Ouargla 2008)	10
Tableau 07:	Humidité relative moyenne mensuelle (%), Période (1999-2008) (O.N.M. Ouargla	11

	2008)	
Tableau 08	Durée d'insolation moyenne mensuelle (h), Période (1999-2008) (O.N.M. Ouargla 2008)	11

### Chapitre III

Tableau 09	Tableau de facies chimique des points d'eau de lac Témacine	49
------------	---	----

### Nomenclature

**ANRH:** Agence Nationale des Ressources Hydriques

**DRH:** Direction des Ressources Hydriques.

**CI:**Continental Intercalaire

**CT :**Complexe Terminal

**AEP:** Alimentation en Eau Potable

**S-N:**Sud-Nord

**ONM:** Office National Météorologique

**OSS :** Observatoire du Sahara et du Sahel

**SASS:** Système Aquifère du Sahara Septentrional

**N-E:** Nord-est

**S-E:** Sud-est

**TDS:** Total Dissous du Sel

**PH:** Potentiel Hydrogène

**CE:** Conductivité Electrique

**CAI :** ChloroAlcalin Indice

# Introduction Générale

## Introduction Générale

Ces dernières années, on assiste à une diversification considérable des problèmes hydrogéologiques, surtout dans les pays industrialisés. La surexploitation des aquifères, l'enfouissement des déchets dans le sous-sol, la pollution accidentelle, la remontée des eaux, et la salinité, altèrent de plus en plus la quantité et la qualité de l'eau souterrain.

La gestion et la protection de l'eau souterraine deviennent fondamentales. Or, gérer les ressources en eau, c'est comprendre le fonctionnement de l'aquifère dans les conditions naturelles et prévoir l'influence de l'intervention humaine sur la quantité et la qualité de cette eau. Le Sahara algérien renferme d'importantes réserves d'eaux souterraines qui ne peuvent être expliquées par le climat actuel et qui sont à la base du développement agricole et urbain dans cette zone. Il est constitué de deux principales couches aquifères qui sont peu renouvelables et ne sont pas exploitables en totalité : le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal. Certains auteurs pensent que les eaux des nappes du Sahara sont fossiles (MARGAT.J & SAAD.KF, 1984), c'est-à-dire qu'elles se sont infiltrées et accumulées au cours des temps géologiques. Leur alimentation s'est poursuivie au cours des périodes pluvieuses du Quaternaire par infiltration sur les affleurements des couches perméables, jusqu'à débordement de ces derniers. Le niveau actuel des nappes traduirait le résultat d'un tarissement pur depuis l'Holocène (BABA SY.M, 2005). Pour d'autres, par contre, il existe une recharge actuelle des nappes sahariennes. Cette alimentation se manifeste lorsque certaines conditions climatiques, topographiques et géologiques sont réunies (DUBIEF.J, 1953). D'autres chercheurs ont modélisé ces nappes (BESBES.M & ZAMMOURI.M, 1988 ; BABA SY, 2005) afin d'identifier leurs caractéristiques et comportements hydrodynamiques vis-à-vis de leur exploitation, pour assurer une meilleure gestion.

# Chapitre I : Généralités

# Chapitre I

## I.1 Situation Géographique

La vallée d'Oued-Righ se situe dans le Sud-est du Sahara algérien, au sein d'une dépression de forme allongée. Elle s'étire du Sud au Nord, entre El Goug et Oum El-Thiour, sur une longueur de 150 km, débouchant sur le Chott Merouane. Ce lac salé fait partie du bassin de Melghir et s'étend sur une superficie de 333 700 hectares. Il se regroupe avec l'ensemble des Chotts tunisiens sous forme d'étendues lagunaires. Avec une altitude de moins de 31 mètres au-dessous du niveau de la mer, il représente la région la plus basse de l'Afrique du Nord (HACINI.M, 2006).

Administrativement, la vallée d'Oued-Righ fait partie de deux wilayas :

La partie sud, entre El Goug et Sidi-Slimane, appartient à la wilaya d'Ouargla.

La partie nord, entre Ain-Echoucha et Oum El-Thiour, relève de la wilaya d'El-Oued.

Elle est limitée (Figure 02) :

Au nord par la wilaya de Biskra,

Au sud-ouest par les oasis d'Ouargla,

À l'est par la vallée d'Oued Souf.



**Figure 01** : Situation géographique de la région Témacine (Google Earth)

## II.1-Situation Topographie et Géomorphologie

La région d'Oued Righ est topographiquement plus ou moins aplatée. Le point le plus élevé (105 m) est situé à Touggourt et le point le plus bas (-31 m) au Chott Merouane, avec une pente d'environ 1 %. La vallée d'Oued Righ est connue sous le nom du "Bas Sahara" en raison de sa basse altitude, notamment dans la zone des Chotts, au nord, où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer (BALLAIS.J.L, 2005).

Dans la partie nord de la vallée d'Oued Righ, la succession des niveaux de glaciés est bien observable. En revanche, à l'est, les dunes du Grand Erg oriental envahissent la jonction entre les Chotts Merouane et Melghir (BALLAIS.J.L, 2005).



Figure 02 : la photo satellitaire de la région de Témacine (GoogleMaps)

- **Lac du Témacine**

Lac de Témacine qui se trouvent dans la région d'étude sont classés parmi les plus beaux et prestigieux lac salés. On distingue, dans la vallée d'Oued Righ, plusieurs lac : le lac de Témacine (figure 03), Il se présente en une dépression qui est, a priori, un exutoire naturel des eaux d'irrigation drainées, provenant des palmeraies limitrophes.



## Chapitre I: Généralités

La situation actuelle, notamment la pollution et la dégradation des palmeraies environnantes, menace ces lacs du point de vue écologique. Le réaménagement des zones humides dans la vallée d'Oued Righ est devenu l'une des principales préoccupations du secteur de l'eau et de l'environnement dans la wilaya d'Ouargla.



Figure03 : Lac de Témacine

## 2\_Climatologie

### a) Climat

La région d'Oued Righ fait partie du Sahara septentrional, qui se caractérise principalement par de grandes amplitudes thermiques, une forte évaporation et une faible pluviométrie.

### b) Station de Mesure

L'étude climatologique de la région est basée sur une série de données climatiques relevées à la station de Touggourt, couvrant la période de 1975 à 2015. Ces données sont présentées dans les tableaux A, B, C et D en annexes.

**Tableau 01** : caractéristique de la station climatologique de Touggourt :

Station	Altitude	Latitude	Longitude
Touggourt	85	33°11'N	06°13'E

# Chapitre I: Généralités

La station de Touggourt appartient au sous-bassin N°04 (Erg Oriental), inclus dans le grand bassin saharien (Figure05)

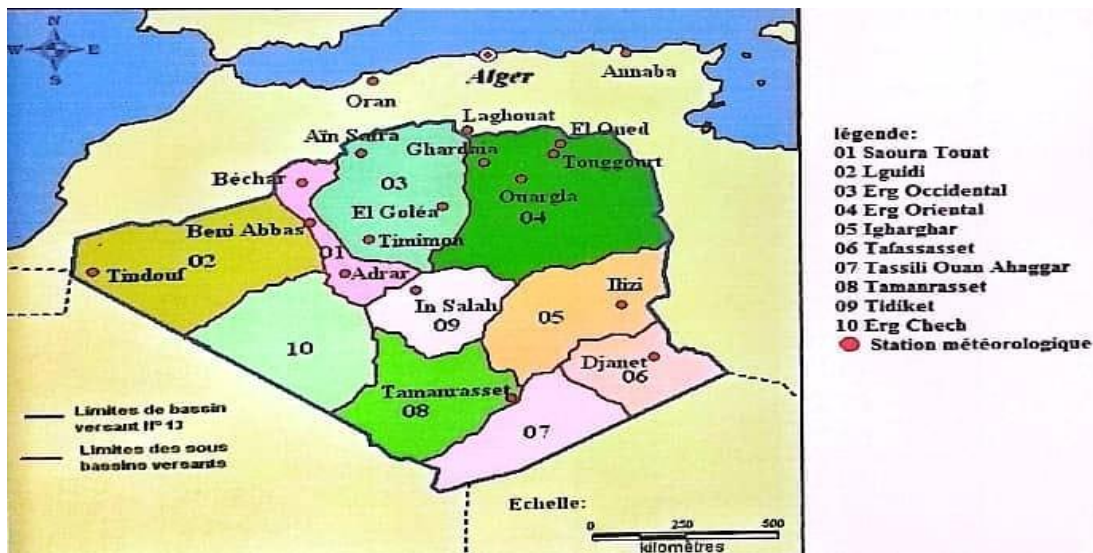


Figure04 : Les sous bassins versants du Sahara algérien et les stations météorologiques

## III. Analyses des paramètres

### 1. Etude des températures

Les températures moyennes annuelles et mensuelles régissent directement le climat, en interaction avec les autres facteurs météorologiques, elles permettent avec les précipitations, le calcul du déficit d'écoulement et des indices climatiques.

#### a) Températures moyennes annuelles

Les valeurs des températures moyennes annuelles, calculées sur la période (1975- 2015), sont reportées dans le tableau suivant:

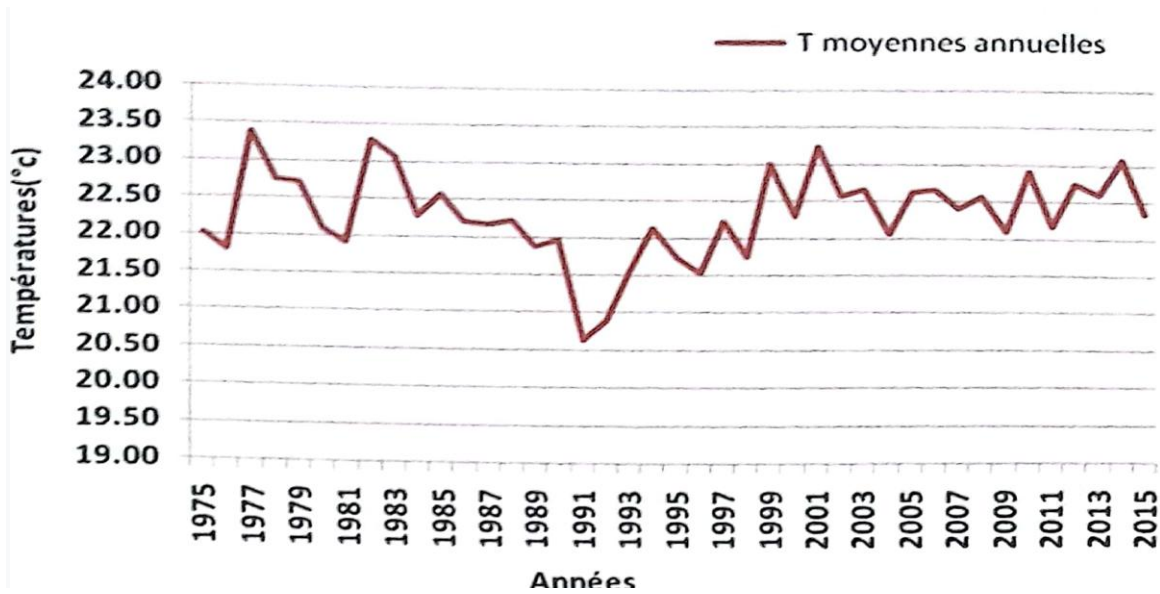
## Chapitre I: Généralités

---

**Tableau.02:** Valeurs des températures moyennes annuelles de la station de Touggourt  
(1975-2015)

<b>Année</b>	<b>T(°C)</b>	<b>Année</b>	<b>T(°C)</b>
<b>1975</b>	22.02	<b>1996</b>	21.53
<b>1976</b>	21.80	<b>1997</b>	22.22
<b>1977</b>	23.38	<b>1998</b>	21.75
<b>1978</b>	22.75	<b>1999</b>	23.01
<b>1979</b>	22.71	<b>2000</b>	22.29
<b>1980</b>	22.09	<b>2001</b>	23.24
<b>1981</b>	21.91	<b>2002</b>	22.57
<b>1982</b>	23.29	<b>2003</b>	22.66
<b>1983</b>	23.07	<b>2004</b>	22.05
<b>1984</b>	22.28	<b>2005</b>	22.62
<b>1985</b>	22.57	<b>2006</b>	22.66
<b>1986</b>	22.21	<b>2007</b>	22.41
<b>1987</b>	22.18	<b>2008</b>	22.57
<b>1988</b>	22.23	<b>2009</b>	22.09
<b>1989</b>	21.88	<b>2010</b>	22.91
<b>1990</b>	21.96	<b>2011</b>	22.17
<b>1991</b>	20.64	<b>2012</b>	22.74
<b>1992</b>	20.89	<b>2013</b>	22.60
<b>1993</b>	21.56	<b>2014</b>	23.08
<b>1994</b>	22.13	<b>2015</b>	22.35
<b>1995</b>	21.73		

## Chapitre I: Généralités



**Figure 06:** Variation des températures moyennes annuelles, à la station de Touggourt (1975-2015).

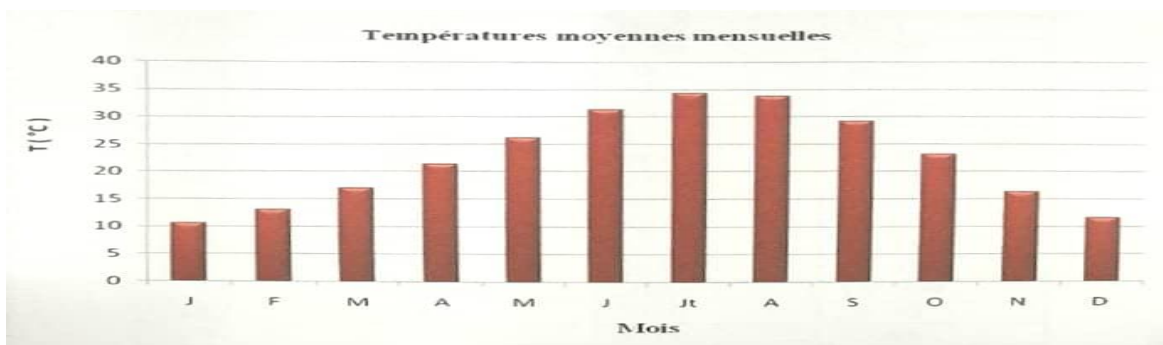
La courbe des températures moyennes annuelles (Figure 04), montre que l'année la plus froide est celle de 1991, avec une moyenne de température annuelle de 20.64 °C, et l'année la plus chaude est de 1977, où la température moyenne annuelle enregistrée est de 23.38 °C.

### b) Températures moyennes mensuelles

Les moyennes mensuelles des températures sont représentées dans le tableau ci-dessous:

**Tableau.03:** Valeurs des Températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Touggourt, période (1975-2015).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
T (°C)	10.61	13.04	16.93	21.35	26.20	31.32	34.30	33.79	29.17	23.14	16.26	11.63



**Figure.07:** Variation des températures moyennes mensuelles, à la station de Touggourt.

# Chapitre I: Généralités

---

D'après la Figure, nous remarquons que :

\*Le mois le plus chaud est Juillet, avec une valeur maximale de 34.30°C.

\*Le mois le plus froid est Janvier, avec une valeur minimale de 10.61°C.

## 2. Etude des précipitations

Dans notre région d'étude, les précipitations ont pratiquement lieu sous forme de pluies. Ces dernières sont caractérisées par leur faible importance quantitative. Les fluctuations annuelles et mensuelles montrent une répartition variable de la pluie.

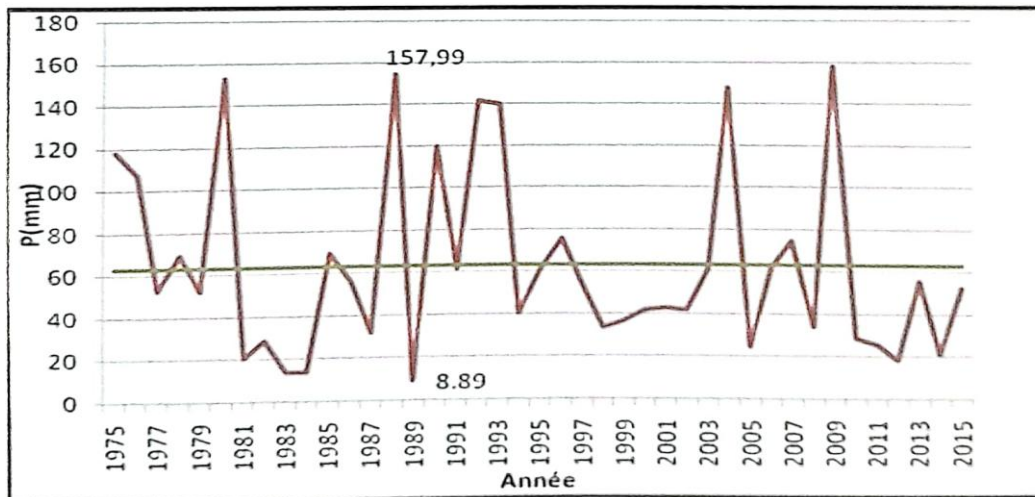
### A. Précipitations moyennes annuelles

Les valeurs des précipitations calculées, sur la période allant de (1975-2015) sont reportées dans le tableau suivant :

**Tableau. 04:** Variation des précipitations moyennes annuelles (mm) à la station de Touggourt

Année	P(mm)	Année	P(mm)
1975	118,1	1996	75.53
1976	107	1997	54.1
1977	52,7	1998	33.27
1978	68,9	1999	36.25
1979	51,9	2000	41.39
1980	153	2001	42.34
1981	20,33	2002	41.4
1982	28,44	2003	60.7
1983	13,72	2004	147.85
1984	13,72	2005	24.65
1985	69,3	2006	61.99
1986	55,63	2007	74.18
1987	31,63	2008	34.05
1988	154,13	2009	157.99
1989	8,89	2010	28.45
1990	119,52	2011	25.66
1991	61,47	2012	18.3
1992	141,35	2013	55.39
1993	139,86	2014	20.82
1994	40,14	2015	52.33
1995	60,72		

## Chapitre I: Généralités



**Figure.08:** Variations interannuelles des précipitations, à la station de Touggourt (1975-2015).

L'analyse de la courbe des variations annuelles des précipitations sur la période de 1975 à 2015 révèle les points suivants :

**a) Moyenne interannuelle des précipitations**

La moyenne des précipitations annuelles sur cette période est de 63,34 mm. Cela signifie que, sur les 40 ans étudiés, la quantité moyenne de pluie tombée chaque année s'élève à environ 63,34 mm.

**b) Année la plus pluvieuse**

L'année 2009 se distingue comme étant la plus pluvieuse de la période étudiée, avec une précipitation totale de 157,99 mm. Cette année a connu des précipitations bien supérieures à la moyenne, représentant environ 2,5 fois la moyenne annuelle.

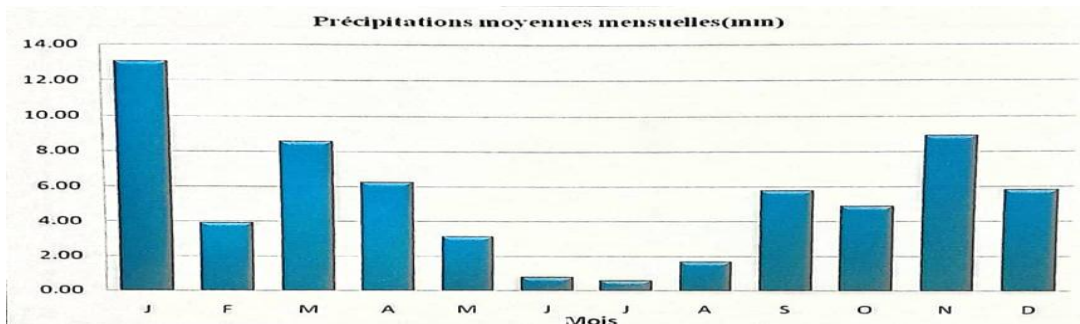
**c) Année la plus sèche**

L'année 1989 est identifiée comme la plus sèche, avec seulement 8,89 mm de précipitations. Cette valeur est nettement inférieure à la moyenne annuelle, indiquant une sécheresse exceptionnelle pour cette année.

### B. Précipitations moyennes mensuelles

**Tableau 05 :** Précipitations moyennes mensuelles, observées durant la période (1975-2015):

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
P(mm)	13.04	3.91	8.57	6.25	3.14	0.76	0.59	1.67	5.77	4.88	8.91	5.80



**Figure 09 :** Répartition moyenne mensuelle des précipitations (1975\_2015)

L'histogramme montre une variabilité des précipitations dans le temps. On observe que :la pluviométrie moyenne mensuelle maximale est enregistrée au mois de janvier, avec une valeur de 13,04 mm. À l'inverse, la valeur minimale est de 0,59 mm, relevée au mois de juillet.

### 3. Evaporation

L'évaporation est définie comme le passage de la phase liquide à la phase vapeur. Dans le cas étudié, il s'agit de 1% d'évaporation physique. Les plans d'eau et la couverture végétale sont les principales sources de la vapeur d'eau.

Le tableau 03 montre le taux d'évaporation enregistré à la station de Touggourt pour la période 1999-2008. Les valeurs maximales d'évaporation sont de 320,2 mm enregistrées en juillet, tandis que les valeurs minimales sont de 69,9 mm en janvier.

**Tableau 06:** Évaporation moyenne mensuelle (mm), Période (1999-2008)  
(O.N.M. Ouargla 2008)

mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
VP(mm)	17.47	1.87	4.41	5.91	2.57	0.77	0.23	4.77	3.45	9.56	8.02	6.91	65.94

### 4. Humidité relative :

Les valeurs de l'humidité relative de l'air à Touggourt sont relativement hétérogènes, variant entre 31,9% et 68,1%, avec une moyenne annuelle de 37,9%. Juin est le mois le plus sec avec 31,9%, tandis que décembre est le mois le plus humide avec 68,1%.

**Tableau 07:** Humidité relative moyenne mensuelle (%), Période (1999-2008)

# Chapitre I: Généralités

(O.N.M. Ouargla 2008)

mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
Hr%	66.9	49.1	45.7	39.8	36.1	31.9	33.0	32.9	42.9	50.1	59.2	68.1	37.9

## 5. Duréed'Insolation

La région de Touggourt reçoit une quantité d'énergie solaire relativement très forte, avec un maximum en juillet (320,2 heures) et un minimum en janvier (228 heures).

**Tableau 08:** Durée d'insolation moyenne mensuelle (h), Période (1999-2008)

(O.N.M. Ouargla 2008)

mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
L'insolation (heure)	227	232.7	277.8	284.6	298	333.4	353.4	328.2	277.9	229.8	248.1	237.3	277.35

## IV. ETUDE GEOLOGIQUE

Il est plus que nécessaire de connaître la nature lithologique du terrain étudié, afin d'identifier les roches susceptibles d'être aquifères et d'expliquer les variations des concentrations de certains paramètres chimiques présents dans l'eau.

### 1-GÉOLOGIE RÉGIONALE :

La région d'étude fait partie du Bas Sahara, limitée comme suit (Figure 07):

Au Nord : par l'accident Sud Atlasique, et les monts des Aurès et des Emamchahr.

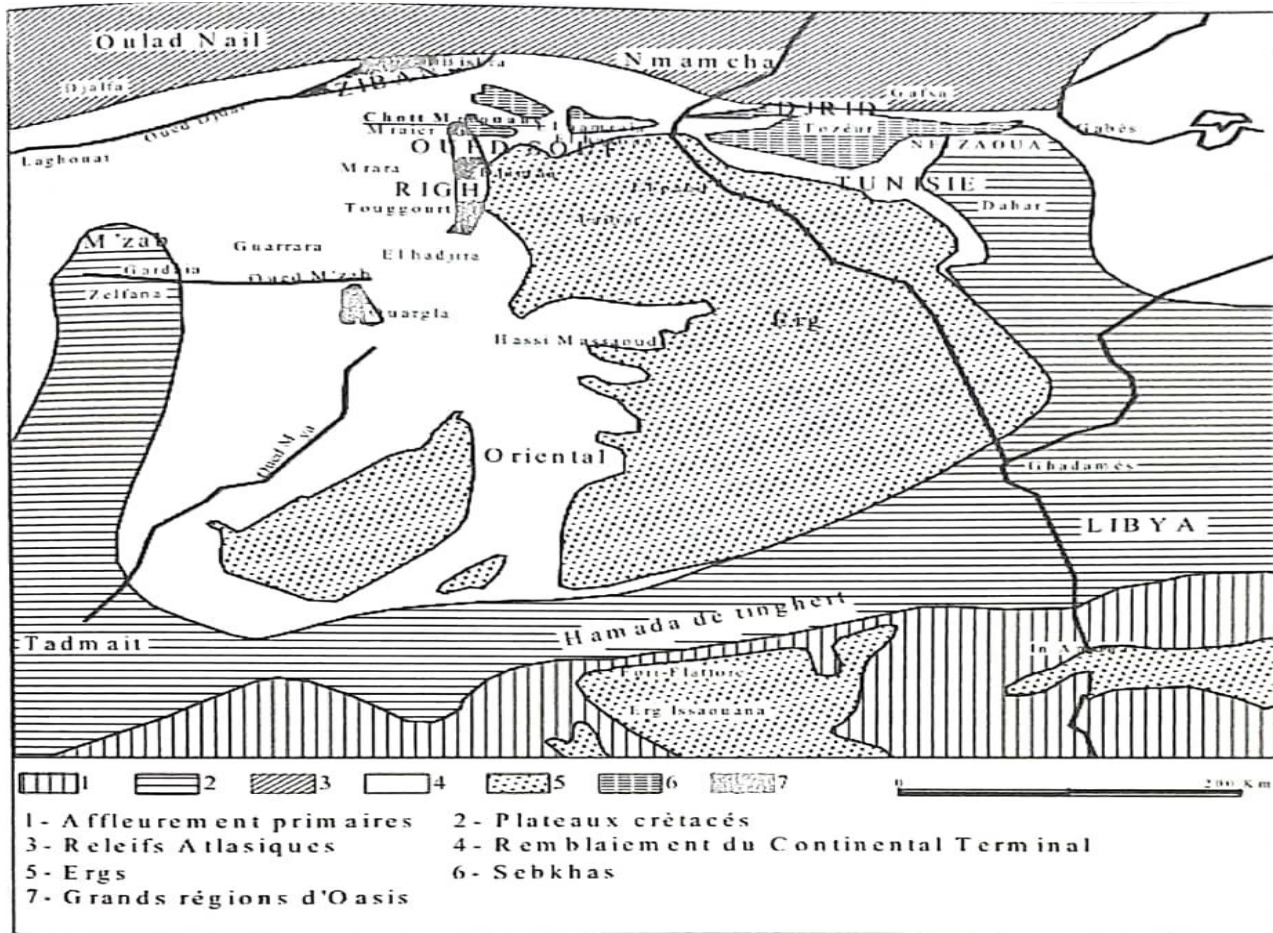
Au Sud : par la falaise méridionale de Tihert.

À l'Est : par les affleurements du Crétacé de Dahra, Tunisie.

À l'Ouest : par la dorsale du M'Zab.

C'est entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas saharien que se situe le grand bassin sédimentaire du Bas Sahara. Avec plus de 600 km de diamètre, il couvre une superficie de 700 000 km<sup>2</sup>. Il s'étend des pieds des Aurès au Nord, jusqu'au Tassiliau Sud, où une grande partie du bassin est recouverte par le Grand Erg Oriental (ROGNON.P, 1994).





**Figure 10** : les grande unités géologique au Sahara (HACINIM ,2006)

## 2-CADRE GEOLOGIQUE LOCAL « OUED RIGH » :

Dans cette étude, nous nous concentrons principalement sur la couverture sédimentaire post-Paléozoïque, qui contient les principaux aquifères du Sahara. L'analyse litho-stratigraphique de plusieurs forages réalisés par l'ANRH/Ouargla dans la zone d'étude (voir en annexes) révèle que la vallée d'Oued Righ comprend les formations suivantes :

### A. Formation Quaternaire :

**Dépôts alluviaux** : Constitués de sables, graviers, et argiles. Ces dépôts se trouvent généralement dans les zones de lits des oueds et les plaines inondables.

**Terrasses fluviatiles** : Formées principalement de sables et graviers, ces terrasses sont situées à des altitudes légèrement plus élevées que les lits actuels des oueds.

### **B. Formation Néogène :**

Sables fins et argiles : Cette formation inclut des couches alternantes de sables fins, souvent argileux, et d'argiles. Elle peut aussi contenir des lentilles de graviers.

Dépôts lacustres : Présence de marnes et de calcaires lacustres indiquant d'anciens environnements de lac peu profond.

### **C. Formation Miocène :**

Marnes : Constituent une part importante de cette formation, avec des intercalations de sables argileux.

Calcaires : Des bancs calcaires peuvent être présents, souvent durs et compacts.

### **D. Formation Paléogène :**

Calcaires et dolomies : Principalement constitués de calcaires dolomitiques, ces dépôts sont typiques des environnements marins peu profonds.

Marnes et argiles : Ces formations sont inter stratifiées avec les calcaires et dolomies, indiquant des variations dans les conditions de dépôt.

### **E. Formation Crétacé :**

Grès : Dominés par des grès grossiers à moyens, souvent bien triés, avec des intercalations d'argiles.

Calcaires : Présence de bancs calcaires, souvent fossilifères, indiquant des conditions marines durant le dépôt.

Ces formations géologiques jouent un rôle crucial dans la structure et le fonctionnement des aquifères de la région, influençant la disponibilité et la qualité de l'eau souterraine. La compréhension détaillée de ces formations aide dans la gestion et l'exploitation durable des ressources en eau dans la vallée d'Oued Righ.

# Chapitre I: Généralités

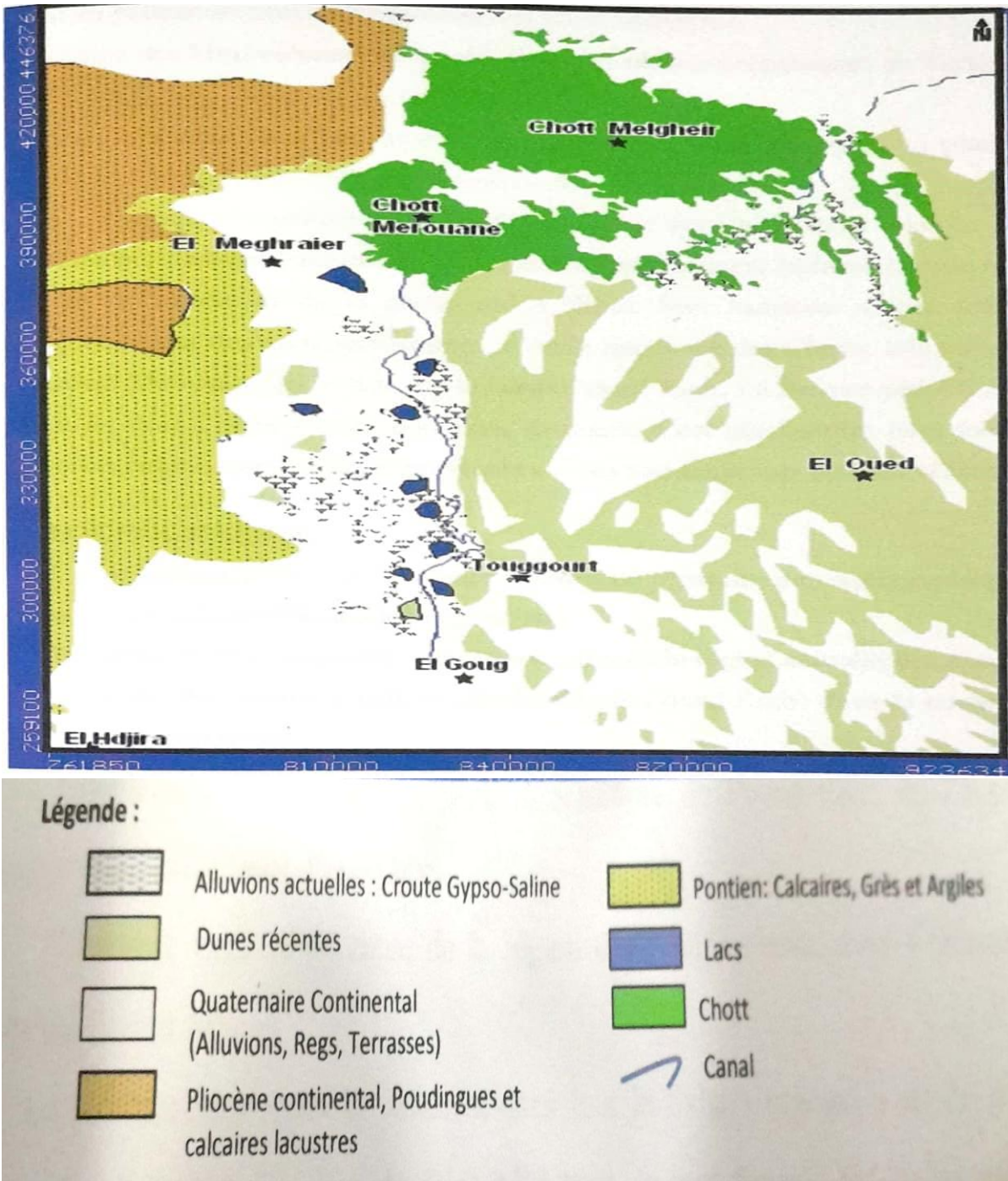
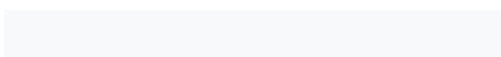


Figure11 : Géologique de la valle d'oued Righ

# Chapitre II: Méthodes et Matériels

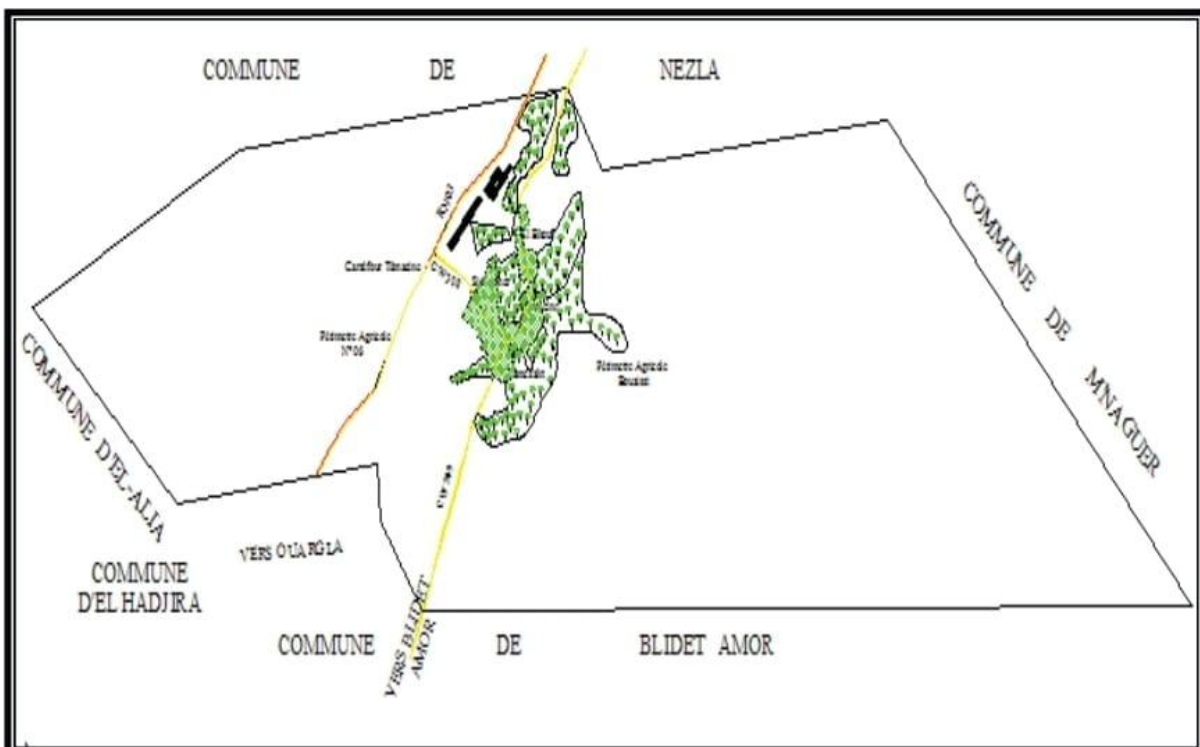


## Chapitre II : Méthodes et matière

### V. Présentation du milieu d'étude (Témacine):

#### 1. Présentation de la région d'étude

La région d'étude, Témacine, est située sur les lisières du grand erg oriental, à environ 650 km au sud-est d'Alger et à 150 km au nord-est d'Ouargla. Ses coordonnées géographiques sont  $5^{\circ} 57' 00''$ - $06^{\circ} 05' 37''$  est et  $33^{\circ} 20' 17''$ - $32^{\circ} 58' 00''$  nord de latitude, avec une altitude d'environ 69 mètres au-dessus du niveau de la mer. Témacine fait partie du territoire de l'Oued Righ, un important couloir naturel reliant le sud au nord, situé sur la partie orientale du Sahara algérien. La région couvre une superficie de 300 km<sup>2</sup>, représentant 0,18 % de la superficie totale de la wilaya, et est limitée au nord par "Nezla" (Daïra Touggourt), à l'est par "Taïbet" (Daïra Taïbet), à l'ouest par "El-Alia" (Daïra El-Hadjira), et au sud par la commune de "BlidetAmor"

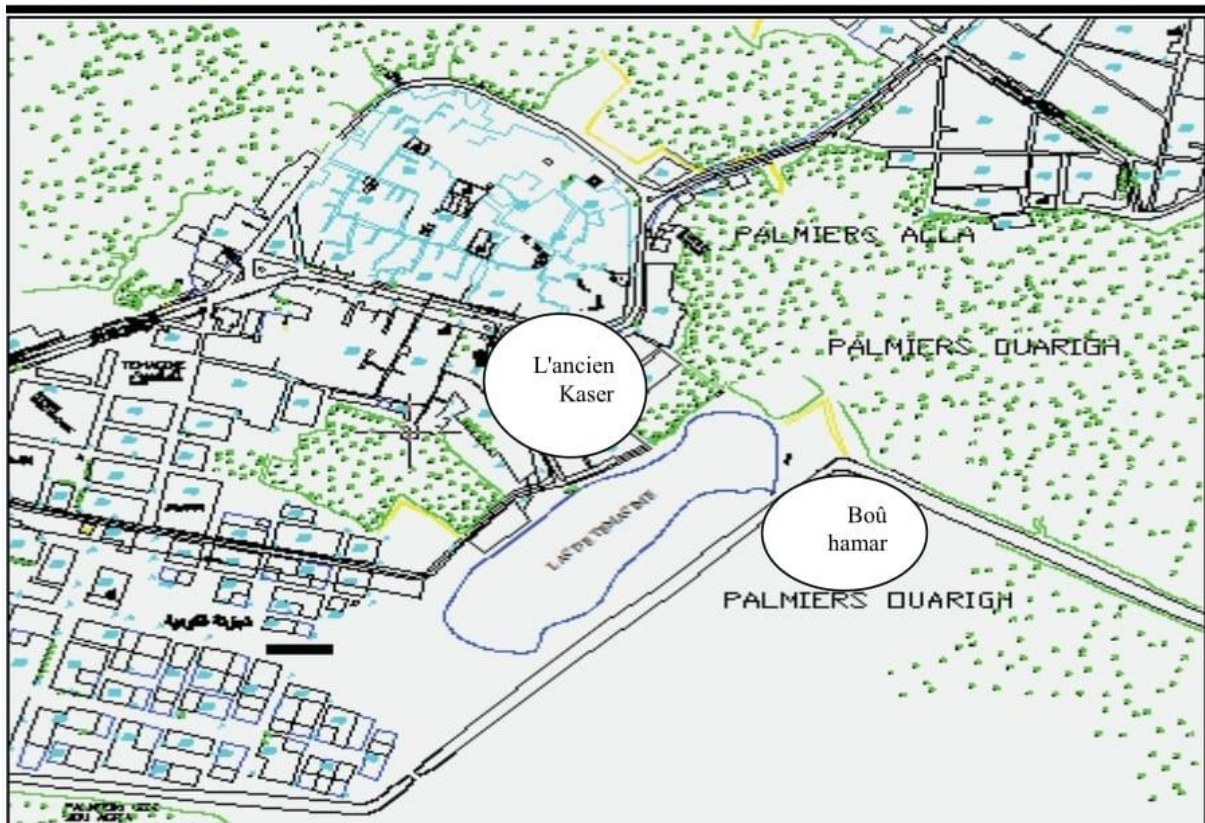


**Figure12** : schéma représentative de la région Témacine ses limites  
(source :T,S, De la commune Témacine ) .

## Chapitre II : Méthodes et matière

### 2. Présentation de Lac Témacine

Le lac Témacine, également connu sous le nom de « El Bhour », est situé au nord de la commune de Témacine, dans la région de l'Oued Righ. Ce lac est caractérisé par plusieurs aspects importants qui le rendent unique et précieux pour l'étude écologique et environnementale.



**Figure 13:** La situation géographique du lac Témacine

(Source: T.S. De la commune Témacine)

### 3. La méthode utilisée pour réaliser ce travail

Tout d'abord, je suis allé au lac Témacine et j'ai pris de l'eau de 8 zones différentes du lac dans des bouteilles et je les ai bien fermées pour effectuer des analyses physico-chimiques. J'ai également pris une partie du sol sur lequel j'ai effectué des analyses Drx et je l'ai apporté au laboratoire du Scientifique Centre de Recherche (Géologie du Désert) et a commencé les analyses.

## Chapitre II : Méthodes et matière

### a) La Méthode de prélèvement d'échantillons

Les prélèvements des échantillons été faite à partir de mois de février avec un échantillon chaque semaine jusqu'en mois d'avril.2024.

### b) La méthode de conservation de l'échantillon

La mise en place des échantillons dans les bouteilles plastique bien fermés pour qu'ils ne soient pas en contact de l'air à l'extérieur.

La mise en place des échantillons à l'état sèche dans le papier filtre, puis rem maître dans seaux pour faire des analyses physico-chimiques des éléments..

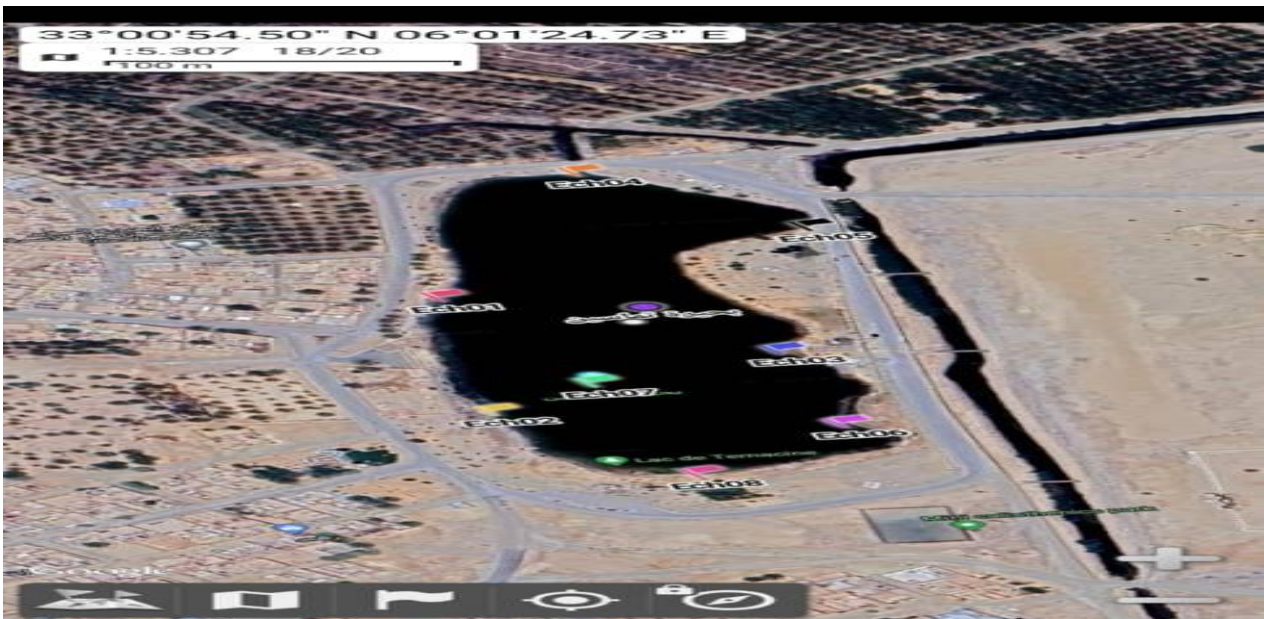


Figure 14: Stations d'échantillonnage (source :T.S de la commune Témacine)

## 4. Sites d'échantillonnage

Pour un balisage total du lac, nous avons réparti le lac en six stations d'échantillonnage. Le choix des stations repose sur plusieurs critères : les sources d'eau qui alimentent le lac, la direction du vent, et la présence ou l'absence de végétation. Les stations retenues sont les suivantes :

Station 01 : Située au nord du lac, elle représente le drain par lequel le lac est alimenté.

Station 02 : Située au nord-est du lac, elle est liée à l'Oued Righ par un chenal.

Station 03 : Située au sud-est du lac, c'est une zone riche en végétation.

Station 04 : Située au sud du lac, cette station est exposée au vent.

Station 05 : Située au sud-ouest du lac, c'est un lieu calme.

## Chapitre II : Méthodes et matière

Station 06 : Située au nord-ouest du lac, c'est également un lieu calme bordé par des palmeraies.

Station 07 située au milieu du lac, considérée comme plus sensible à la salinité.

Station 08 située au nord-sud du lac, considérée comme une zone de repos et de loisirs.

Ces choix nous permettent de couvrir différentes conditions environnementales du lac pour une étude exhaustive.



**Figure15** : Photographie représentant les station (1,2,3,4) prélèvement du lac Témacine 2024



**Figure16** : Photographie représentant les stations (5.6.7.8) prélèvement du lac Témacine

2024



## Chapitre II : Méthodes et matière

---

### 5. Éléments à mesurer

Les paramètres physique( la température, la conductivité, pH )

L'analyse chimique a concerné les Cations: Ca, Mg, K, Na' et les Anions: Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>.

### 6. Matérielsd'étude

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisée les matériels suivant :

#### a) Sur le terrain

✓ Des flacons: pour importer les échantillons de l'eau



Figure 17: les échantillons de l'eau du lac de Témacine

#### b) Sur le laboratoire

✓ Verriers (Multi paramètre HI2829 HANNA Agitateur rotatif mélangeur-Spectrophotomètre ...etc.).

## Chapitre II : Méthodes et matière



Figure18: photomètre



Figure19 :Multi paramètre



Figure20 : Métro hm

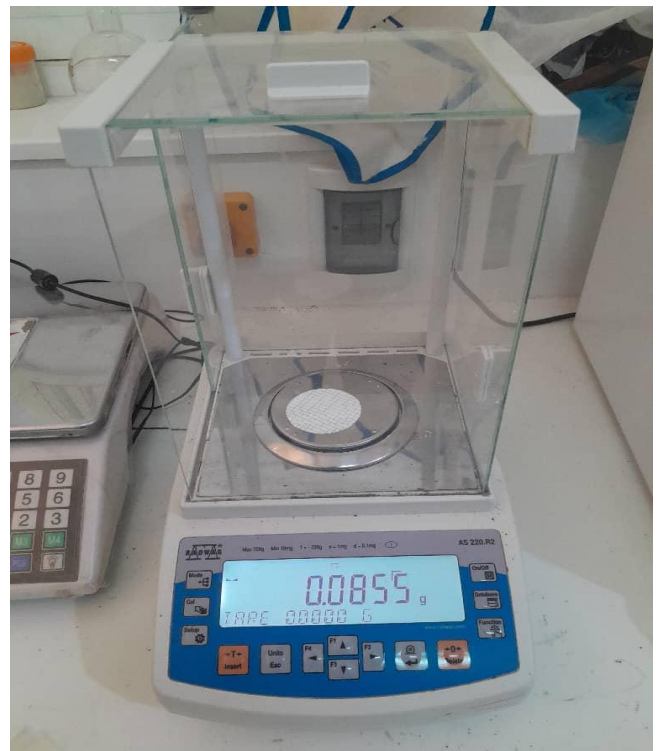


Figure21:Gravimétrie

### 7. Méthode de travail

#### A. Dosage de bicarbonate ( $\text{HCO}_3$ )

1. Nous prélevons un échantillon de 10 ml de la solution à calibrer.
2. Ajoutez deux gouttes de Rouge de Méthyle à 0,1 % et mélangez bien la solution jusqu'à ce qu'elle devienne jaune.
3. Préparez une solution d'acide chlorhydrique de concentration connue. Nous nous basons sur la concentration de la solution à titrer et sur le volume attendu d'acide chlorhydrique nécessaire pour atteindre le point final. On utilise une burette pour ajouter de l'acide chlorhydrique à la solution à titrer.
4. Nous titrons immédiatement la solution en ajoutant lentement de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la couleur de la solution vire au rose. Le tournant se produit lorsque la couleur de la solution passe du jaune au rose.
5. Nous enregistrons le volume d'acide chlorhydrique utilisé au point final.

#### B. Dosage de calcium (Ca)

- 1 On prélève 0,25 ml de l'échantillon, on le dilue à 25 ml avec de l'eau distillée.
- 2 On ajoute 2 ml de (Na OH)... + Mérou xide Na Cl en poudre,
- 3 Puis on titre avec une solution d'EDTA.
- 4 Enregistrer le volume d'EDTA utilisé au point de lavage.

#### C. Dosage de magnésium (Mg)

- 1 On prélève une prise d'essai de 25 ml de l'échantillon.
- 2 On ajoute 2 ml de solution tampon (e) et un peu d'indicateur à grille (d).
- 3 On mélange bien, la solution doit devenir rose.
- 4 On chauffe la solution à 60 degrés Celsius pendant quelques minutes.
- 5 Puis on la secoue immédiatement avec la solution EDTA (H), dans le verre lentement jusqu'à ce que le bigo se plie.
- 6 On note le volume d'EDTA au virage .
- 7 On enregistre le résultat.
- 8 La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de solution EDTA.

#### D. Dosage de chlorure (Cl)

Mettez dans une tasse de 100 ml :

- 1 On utilise 100 ml de la solution dans une fiole jaugée de 100 ml
- 2 Puis on ajoute 2 ml d'acide nitrique 2M

## Chapitre II : Méthodes et matière

---

3 La réaction se produit entre  $\text{AgNO}_3$  et la solution.

4 Le potentiomètre s'arrête au point d'équivalence correspondant au niveau d'Ag nécessaire pour neutraliser Cl, Et La lecture se fait directement sur le potentiomètre.

**Remarque :** Le potentiomètre est équipé d'un clavier de dialogue pour la sélection d'un port

### **E. Dosage de sulfate( $\text{SO}_4$ )**

1 On prélève 10 ml de l'eau à analyser (15/15 échantillons).

2 On la transfère dans une fiole conique de 250 ml. .

3 Ajoutez-y 200 ml d'eau distillée à l'aide d'une pipette volumétrique.

4 On le garde 20 minutes au bain-marie  $T=80^\circ\text{C}$ .

5 Ajoutez-y 40 ml de  $\text{BaCl}_2$  et maintenez le mélange recouvert d'un verre pendant au moins deux heures au bain-marie à  $T=80^\circ\text{C}$ .

6 On le filtre à la chaux sur verre fritté n°4 ou sur filtre en papier cellulose pré-pesé de  $0,45 \mu\text{m}$  (m1).

7 On met le tout (filtre + solide récupéré) au four toute une nuit à une température de  $105^\circ\text{C}$  est la masse m2

## **8. Outils de traitement des données**

### **a. Données hydro chimiques:**

Résultats numérique de l'analyse physicochimique des eaux de lac temacine fait par l'ANRH Touggourt.

### **b. Outils de traitement des données**

Pour le traitement des données, nous avons eu recours aux outils de traitement de données spécialisés suivants

#### **1. Logiciel DIAGRAMME**

du Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon (France) pour l'étude hydro chimique

# Chapitre II : Méthodes et matière

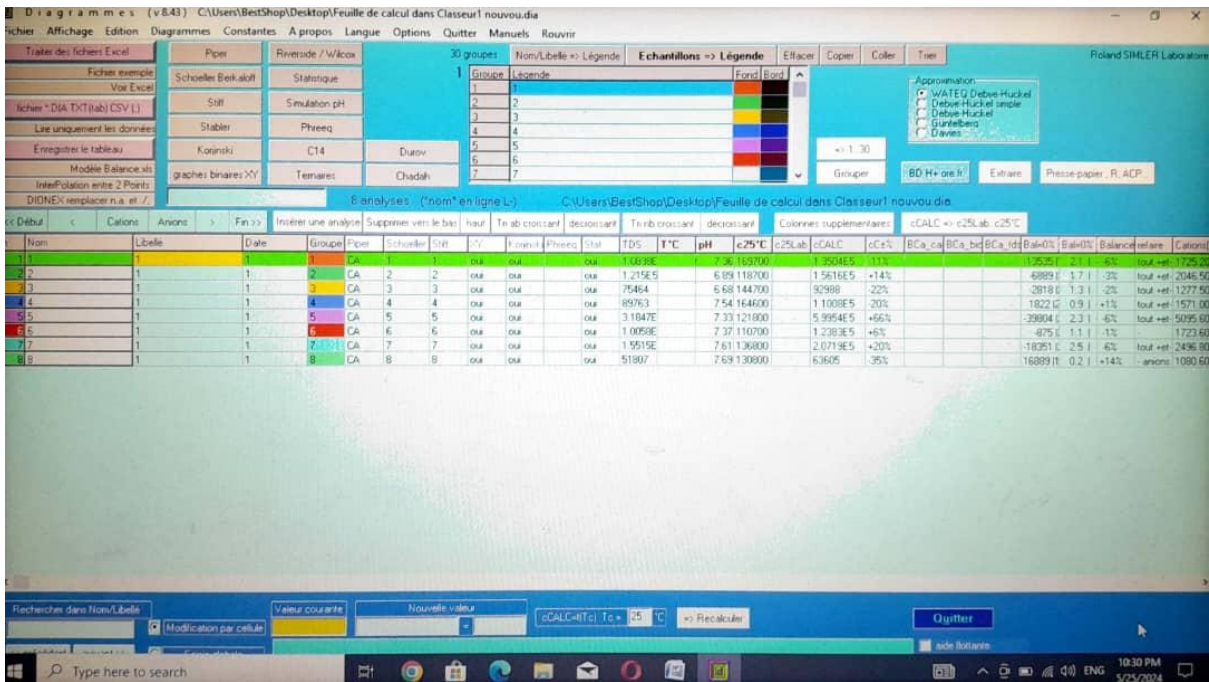


Figure22: Diagramme

## 2. Logiciel EXCEL

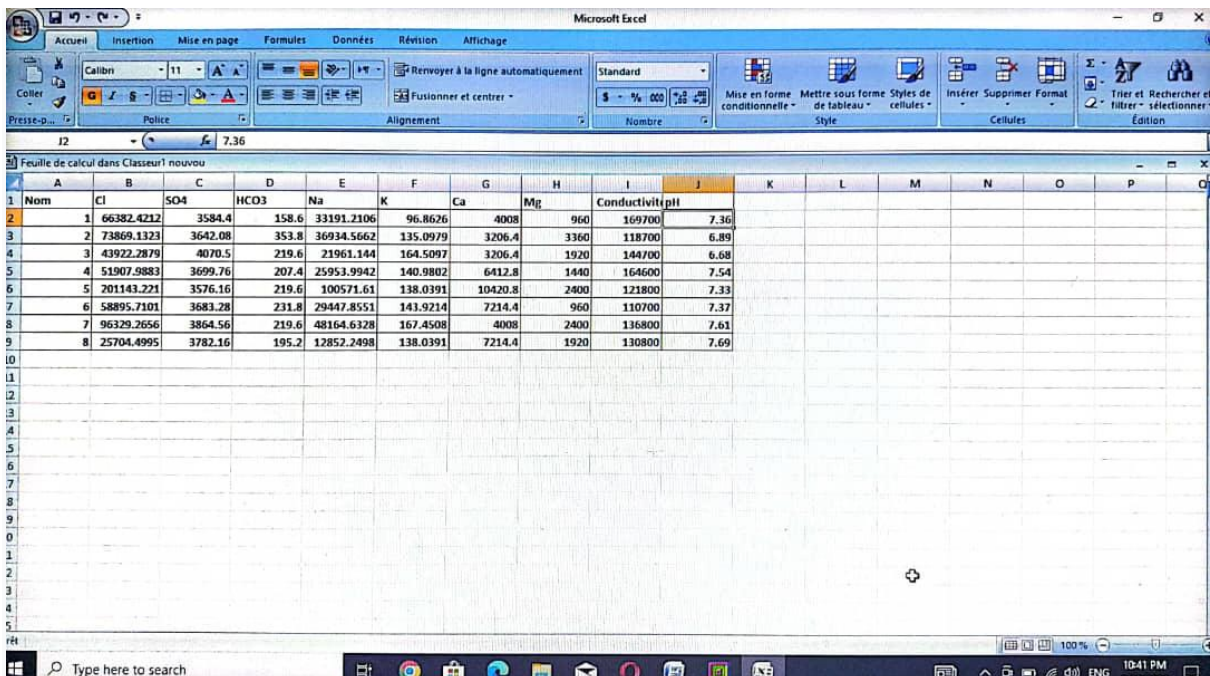


Figure 23:EXCEL

## 3. Logiciel High score plus:

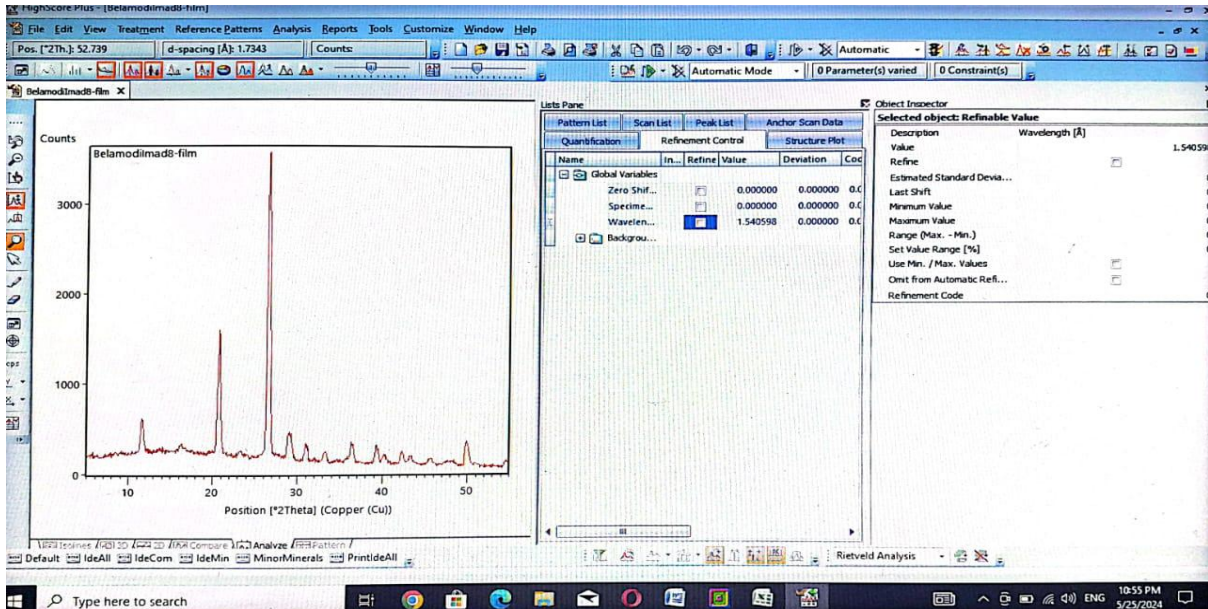


Figure 24: Logiciel High score plus

## 4. Logicielserver :

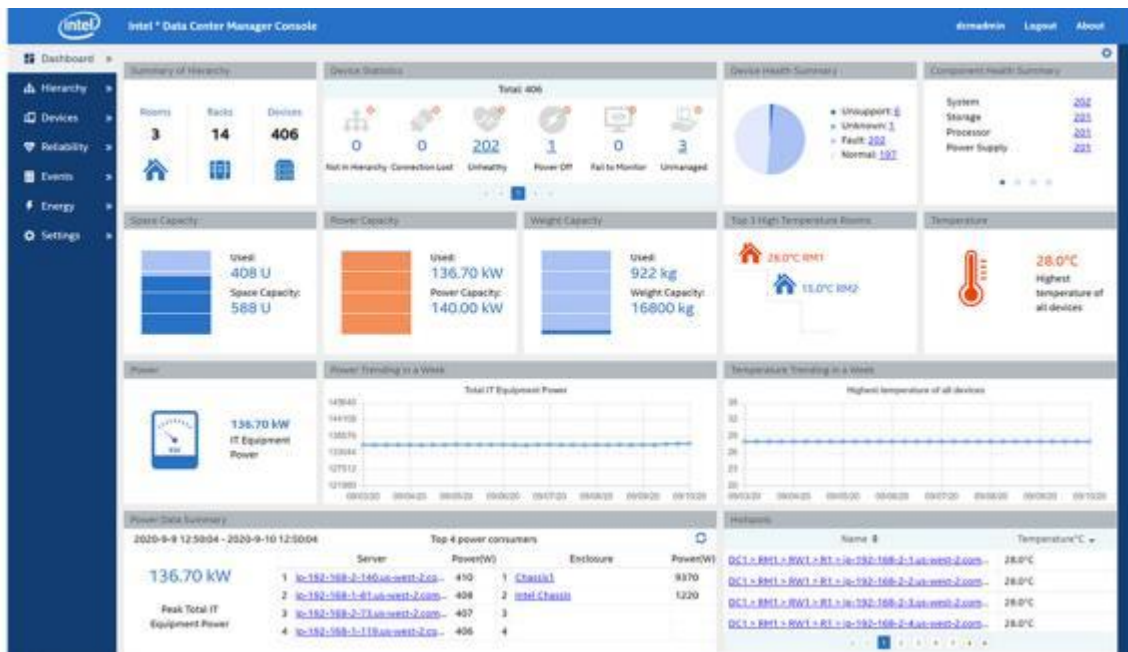


Figure 25 : server

# Chapitre III : Résultats et discussion

---

## Chapitre III :Résultats et discussion

---

### 1. Morphologie du lac :

Lac Témacine est situé dans le sud-est de l'Algérie, dans le complexe lacustre, et est soumis à de sévères restrictions naturelles et humaines pendant la saison sèche, qui commence généralement en avril et se termine en octobre. Entouré de palmeraies contenant principalement des palmiers.

- **Caractéristiques principales**

- **Localisation**

- Latitude : 33°00'46" Nord
- Longitude : 006°01'24" Est
- Altitude : 76 mètres au-dessus du niveau de la mer
- Superficie et profondeur :
- Superficie : 1,5 hectares
- Profondeur : de 2 à 7 mètres



Figure 26 : ElBhour lac Témacine

### 2. Source d'alimentation

Lac est alimenté par les eaux rejetées par le réseau d'égouts de ces oasis. Le canal de l'Oued Rig, situé à l'est du lac, forme un exutoire naturel et est directement relié sur une distance moyenne n'excédant pas quelques mètres.





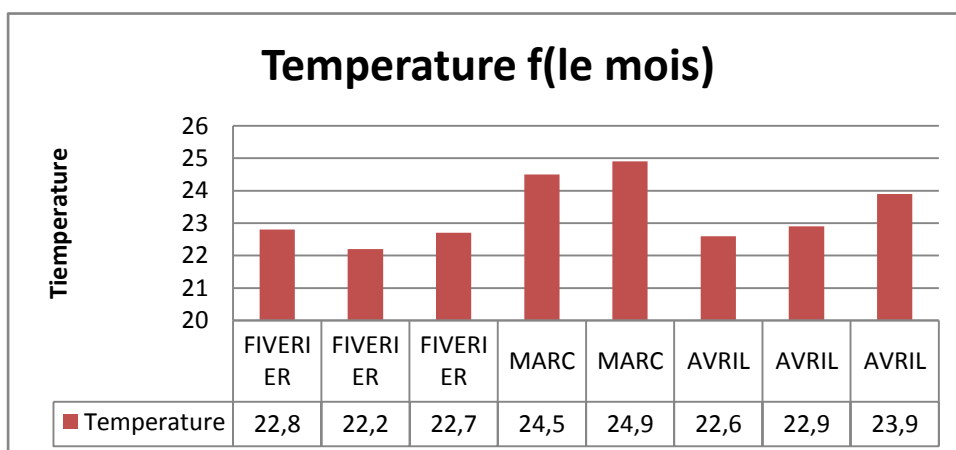
**Figure 27 :** Image lac de Témacine par(Google Arth)

### 3. Paramètres physico-chimique :

#### 3.1. Paramètres physique :

##### a. Températures :

La température de l'eau influence plusieurs de ses caractéristiques physiques et chimiques telles que la densité, la viscosité, la tension superficielle, et la dissolution des gaz. Elle affecte aussi la vitesse des réactions chimiques et biochimiques, influençant l'autoépuration de l'eau. En mesurant la température de 8 échantillons, nous avons remarqué que le température maximum est de 24.9 degrés et le minimum de 22.2 degrés et il varie dans toutes les parties du lac.



**Figure 28:** la température f (le Mois)

## Chapitre III :Résultats et discussion

### b.Potentiel d'Hydrogène (PH) :

Le PH mesure la concentration des ions hydrogène dans l'eau et indique si l'eau est acide (PH 0-7) ou alcaline (pH 7-14), avec 7 étant neutre, En mesurant le pH de 8 échantillons, nous avons remarqué que le pH maximum est de 7,74 et le minimum de 6,68, et il varie dans toutes les parties du lac.

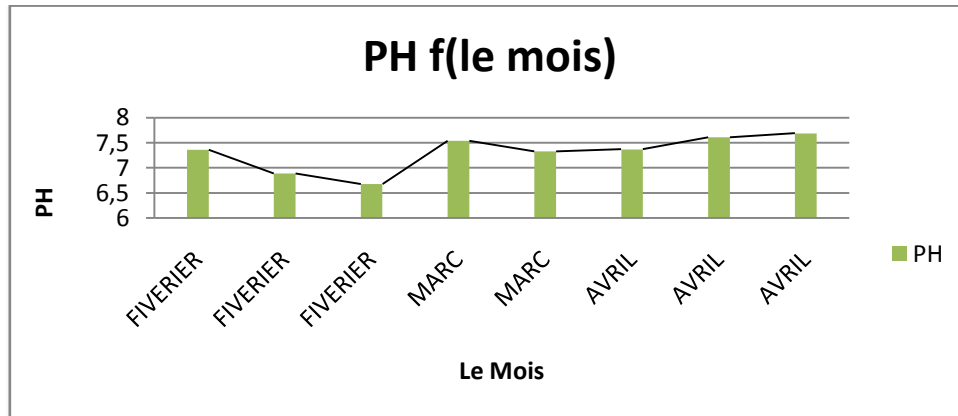


Figure 29: le PH f (Mois)

### c. La conductivité électrique

La conductivité électrique, exprimée en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mesure la conductance d'une colonne d'eau entre deux électrodes métalliques. En mesurant la conductivité électrique de 8 échantillons, nous avons remarqué que la conductivité maximum est de 16380  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et le minimum de 15050  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et il varie dans toutes les parties du lac.

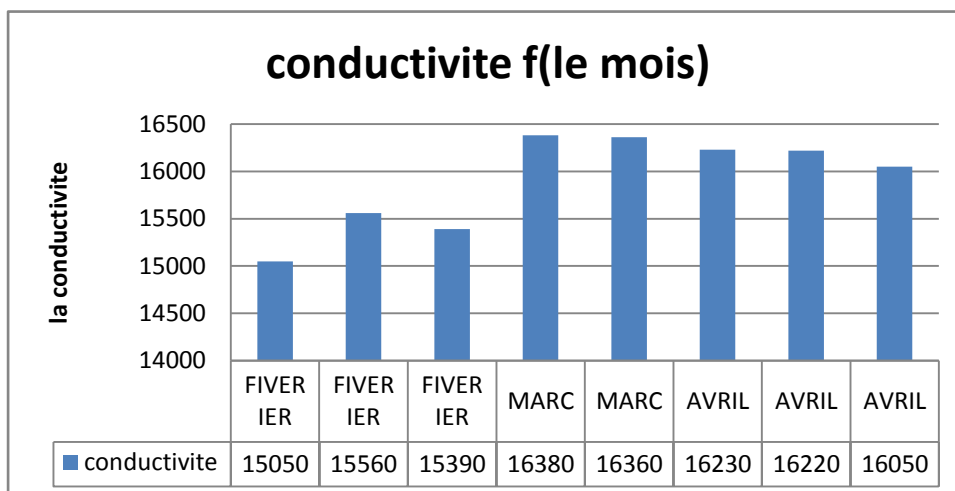


Figure 30 : la conductivité électrique f (Mois)

### 2. Les éléments chimiques

#### A. Sodium (Na<sup>+</sup>)

L'eau contient toujours du Sodium, qui provient du lessivage des formations géologiques riches en Na Cl, ou bien de dissolution des formations argileuses et marneuses. Na présent dans le Cl (région d'étude) varie entre 235 et 450 mg/L (Contrairement au sodium qu'on trouve difficilement dans l'eau

- La carte de sodium

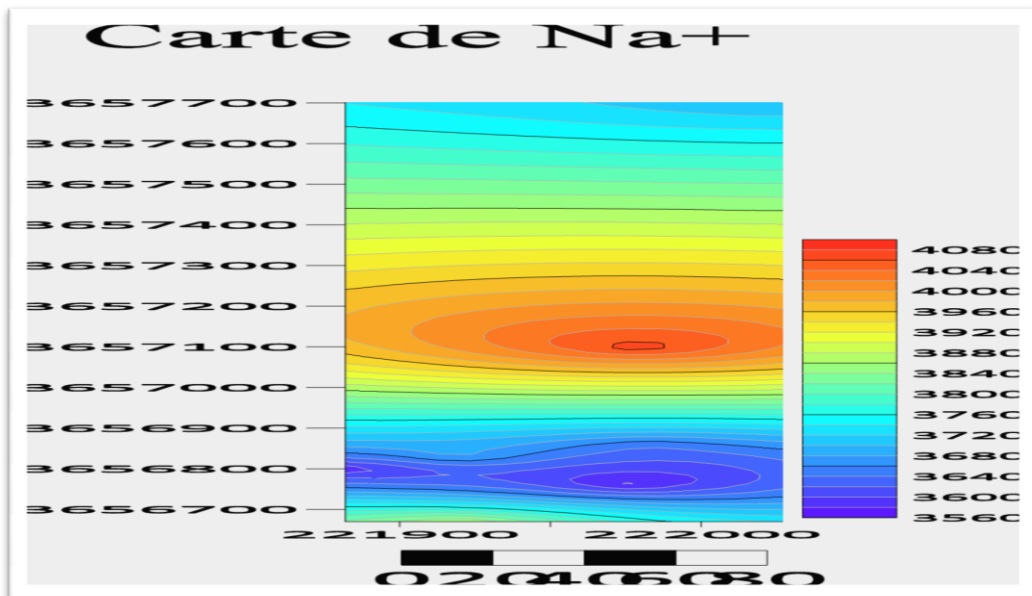


Figure 31 : Carte de concentration chimique (Na)

La carte suivante représente le pourcentage de concentrations de l'élément chimique Na, où l'on remarque que les concentrations dans la couleur rouge sont élevées et les concentrations dans la couleur verte sont moyennes et les concentrations dans la couleur bleue sont faibles.

## Chapitre III :Résultats et discussion

### a. la concentration en (mg/l) de Sodium (Na+) de mois février 2024 et avril 2024

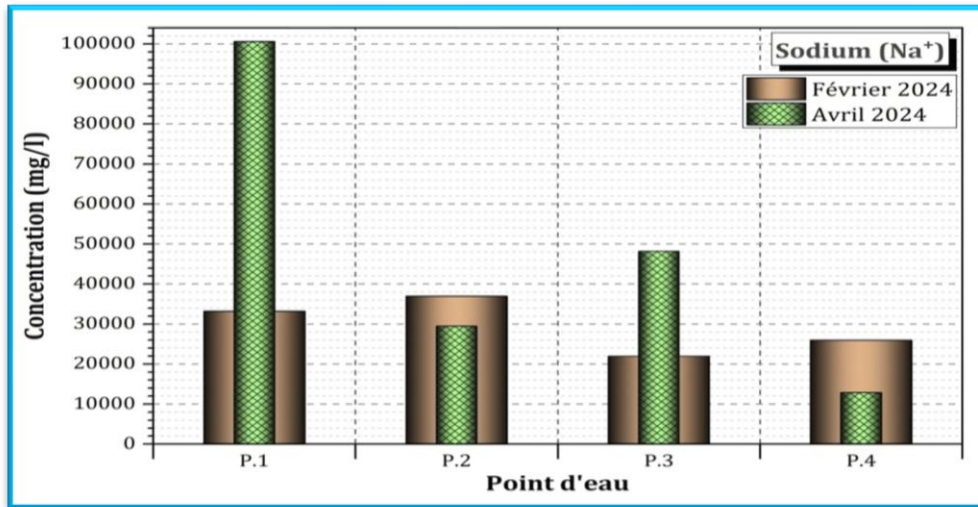


Figure 32 : Concentration en (mg/l) de sodium (Na+) de mois février 2024 et avril 2024

L'image nous montre les graphiques des concentrations chimiques de Na+ pour le mois de février 2024 et le mois d'avril 2024.

On remarque que les concentrations sont élevées au mois d'avril par rapport au mois de février à toutes les étapes [p1+p2+p3 +p4], où le pourcentage de concentrations en p1 atteindre 1000 mg/l.

### B. Calcium (Ca<sup>2\*</sup>)

La présence des ions Cat dans l'eau indique, soit une dissolution des formations carbonatées, calcite (CaCO<sub>3</sub>), dolomie [(Ca, Mg) CO<sub>3</sub>] ou bien la dissolution des formations évaporitiques, gypse [CaSO<sub>4</sub>, 2(H<sub>2</sub>O)] et anhydrite (CaSO<sub>4</sub>).

- La carte de calcium :

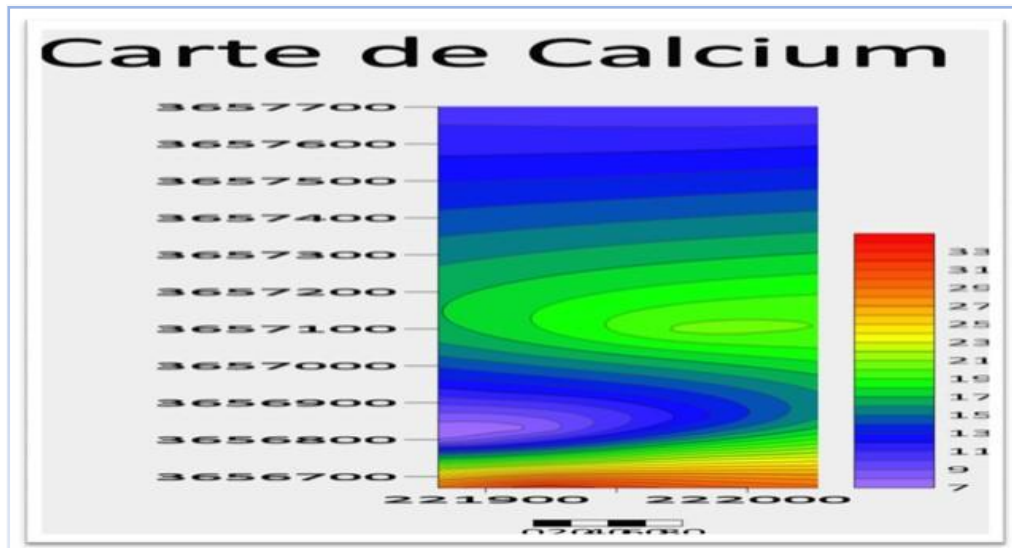


Figure 33 : Carte de concentration chimique(Ca)

La carte suivante représente le pourcentage de concentrations de l'élément chimique Ca, où l'on remarque que les concentrations dans la couleur rouge sont élevées et les concentrations dans la couleur verte sont moyenne bleue et les concentrations dans la couleur sont faibles.

### b. la concentration en (mg/l) de calcium (Ca<sup>+</sup>) de mois février 2024 et avril 2024

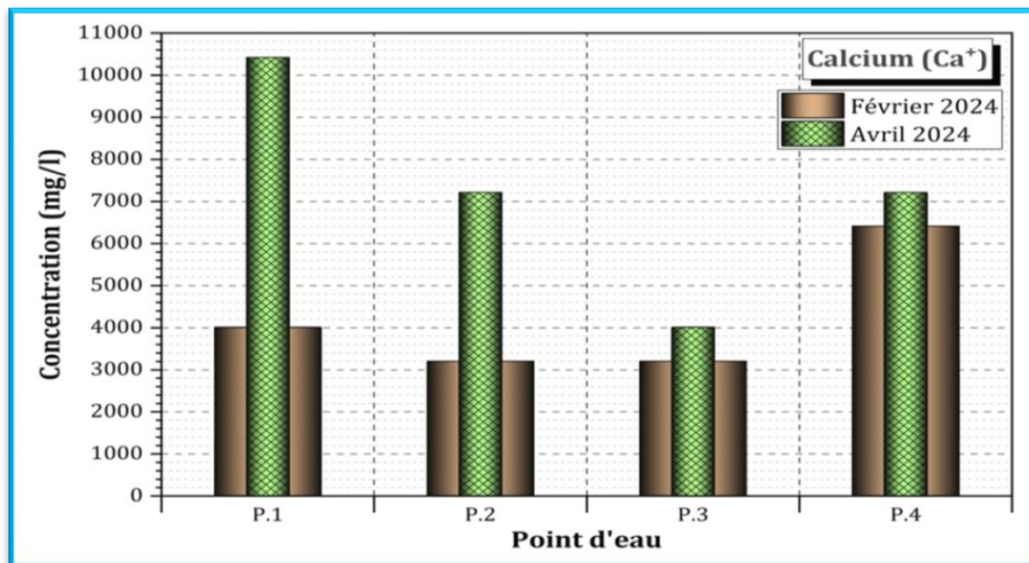


Figure 34 : concentration en (mg/l) de calcium (Ca<sup>+</sup>) de mois février 2024 et avril 2024

## Chapitre III :Résultats et discussion

L'image nous montre les graphiques des concentrations chimiques de Ca+ pour le mois de février 2024 et le mois d'avril 2024.

On remarque que les concentrations sont élevées au mois d'avril par rapport au mois de février à toutes les étapes [p1+p2+p3 +p4], où le pourcentage de concentrations en p1 atteindre 1040 mg/l

### C. Magnésium (Mg)

C'est le résultat de la dissolution des formations du Sénonien carbonaté, par dissolution des dolomies dans le terrain anhydrite que (MgSO<sub>4</sub>), ou soit par formations dolomitiques libérant le magnésium par l'attaque des eaux en présence de gaz carbonique.

- La carte de magnésium

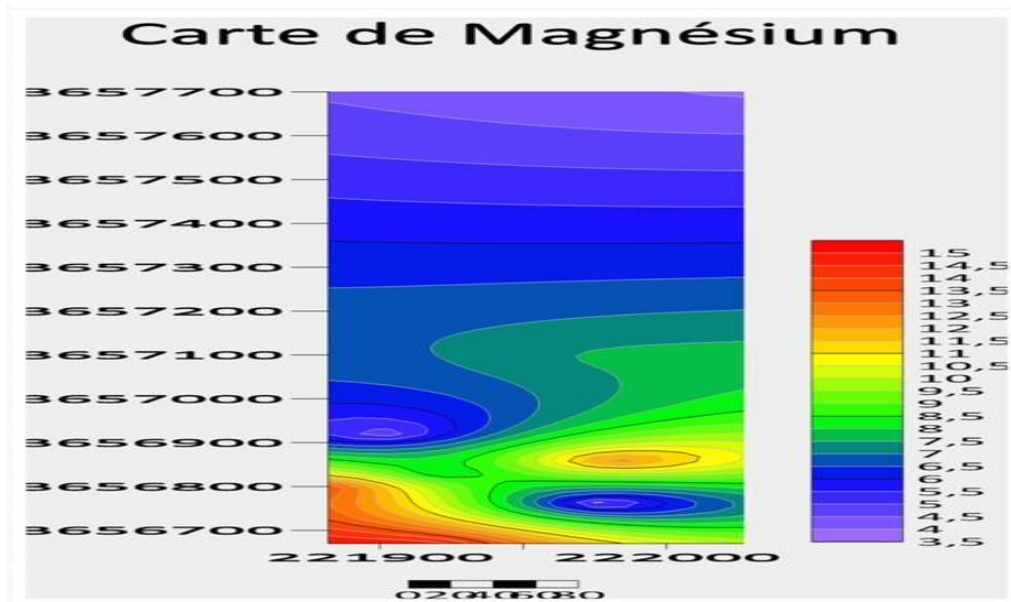
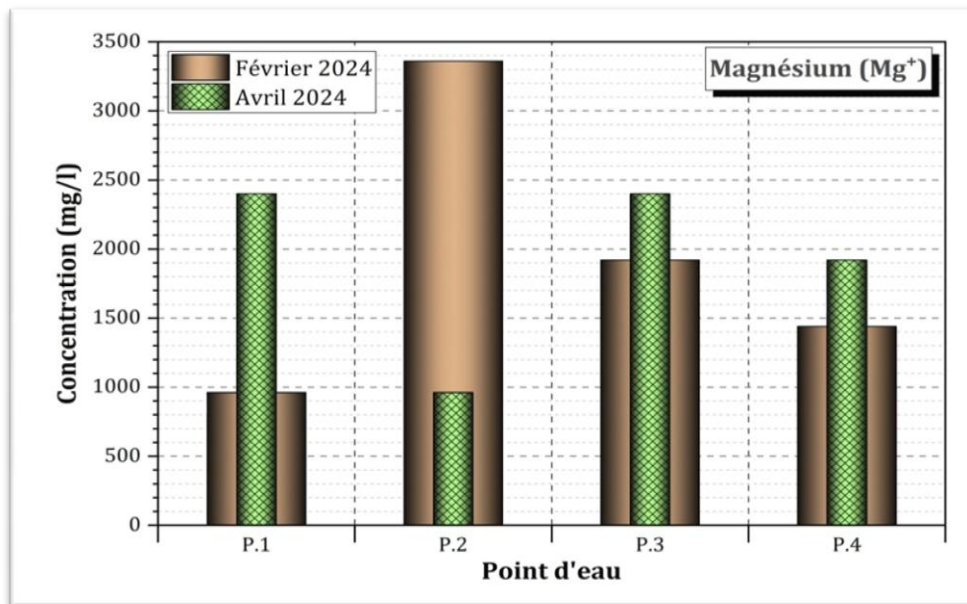


Figure 35 : la Carte de concentration chimique(Mg)

La carte suivante représente le pourcentage de concentrations de l'élément chimique Mg, où l'on remarque que les concentrations dans la couleur rouge sont élevées et les concentrations dans la couleur verte sont moyenne bleue et les concentrations dans la couleur sont faibles.

### c. la concentration en (mg/l) de Magnésium (Mg<sup>+</sup>) de mois février 2024 et avril 2024



**Figure 36 :** concentration en (mg/l) de magnésium (Mg<sup>+</sup>) de mois février 2024 et avril 2024

L'image nous montre les graphiques des concentrations chimiques de Mg<sup>+</sup> pour le mois de février 2024 et le mois d'avril 2024.

On remarque que les concentrations sont élevées au mois février par rapport au mois avril à toutes les étapes [p1+p3 +p4], où le pourcentage de concentrations en p2 donne le mois février atteindre 3380 mg/l.

#### **D. Potassium ( K)**

L'eau contient toujours du potassium, qui provient du lessivage des formations géologiques riches en Na Cl, ou bien de dissolution des formations argileuses et marneuses. Na présent dans le Cl (région d'étude) varie entre 235 et 450 mg/L (Contrairement au Potassium qu'on trouve difficilement dans l'eau.

- **La carte de potassium**

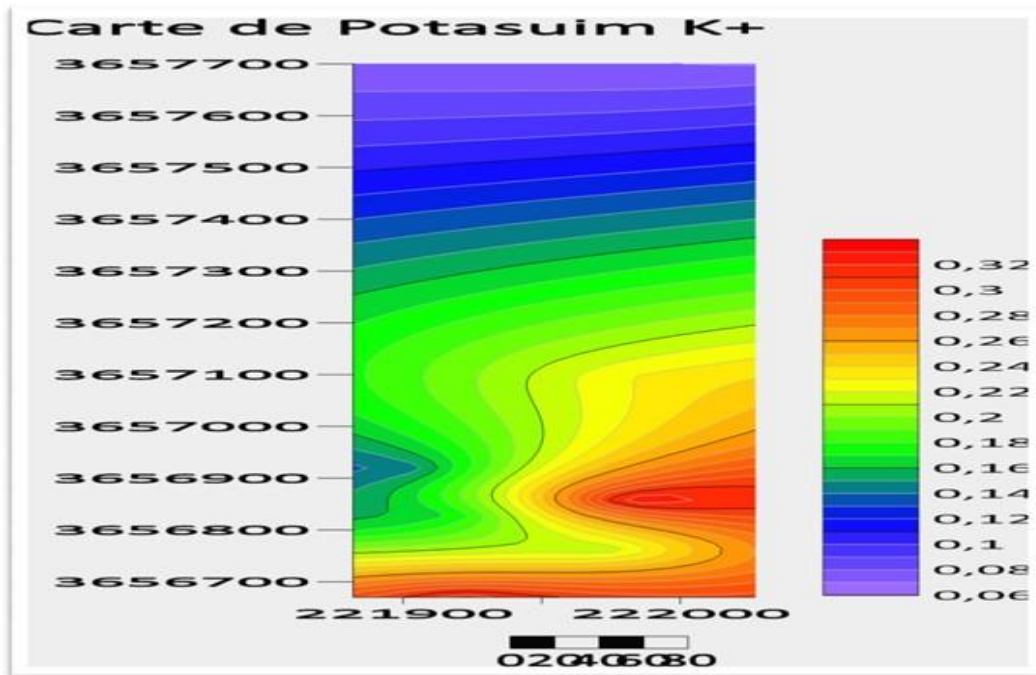
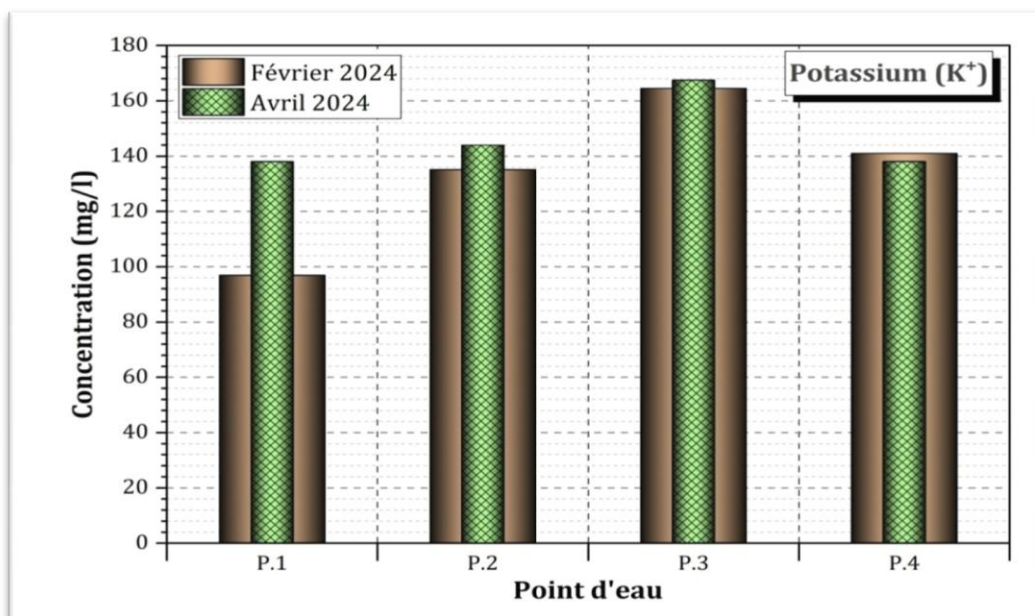


Figure 37 : Carte de concentration chimique (K+)

La carte suivante représente le pourcentage de concentrations de l'élément chimique K+, où l'on remarque que les concentrations dans la couleur rouge sont élevées et les concentrations dans la couleur verte sont moyenne bleue et les concentrations dans la couleur sont faibles.

### d. la concentration en (mg/l) de calcium (K+) de mois février 2024 et avril 2024 :





## Chapitre III :Résultats et discussion

**Figure 38** : concentration en (mg/l) de Potassium (K+) de mois février 2024 et avril 2024

concentration en (mg/l ) de potassium (K+) de mois février2024 et avril 2024

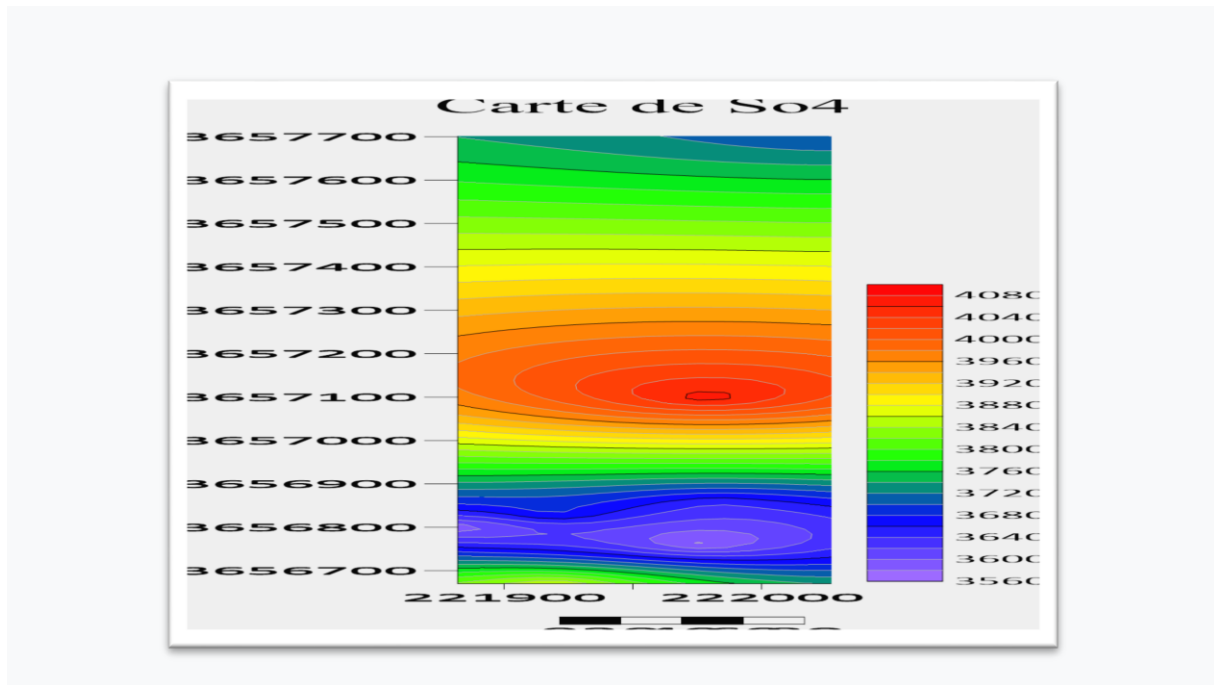
L'image nous montre les graphiques des concentrations chimiques de K+ pour le mois de février 2024 et le mois d'avril 2024.

on remarque que les concentrations sont élevées au mois d'avril par rapport au mois de février à les étapes [p1+p2 +p4],où le pourcentage de concentrations en p3 attend166 mg/l.

### E. Sulfates (SO4)

Ils apparaissent dans les eaux naturelles, résultat d'une légère solubilité des sulfates de Calcium (CaSO4) des formations gypseuses, ou bien du lessivage des terrains argileux et marneux, la teneur admissible dans l'eau est de 83 mg/L

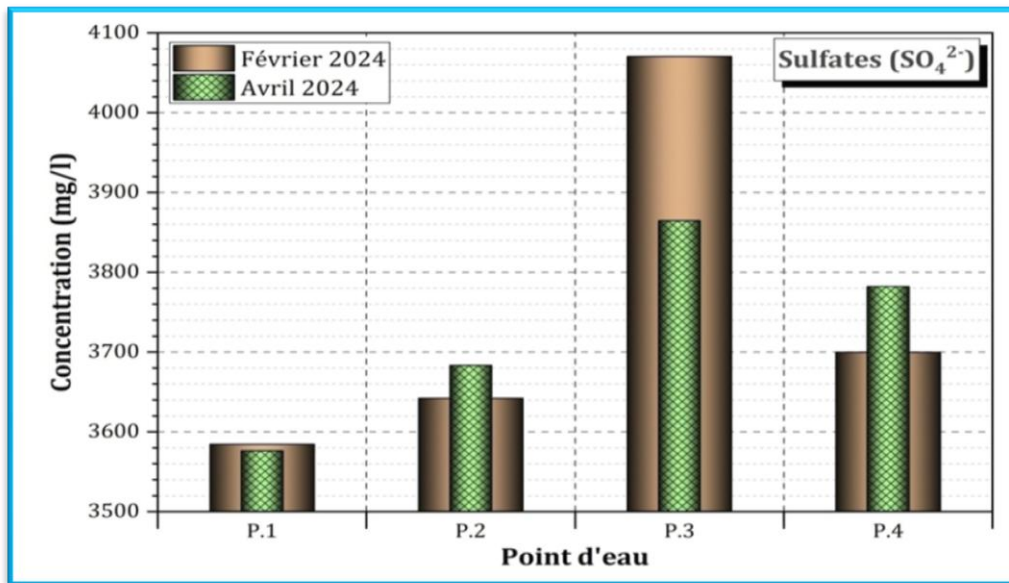
- **La carte de sulfate**



**Figure 39** : Carte de concentration chimique (SO4)

La carte suivante représente le pourcentage de concentrations de l'élément chimique So4, où l'on remarque que les concentrations dans la couleur rouge sont élevées et les concentrations dans la couleur verte sont moyenne bleue et les concentrations dans la couleur sont faibles.

### e. la concentration en (mg/l) de sulfate (So4) de mois février



### 2024 et avril 2024

**Figure 40** : concentration en (mg/l) de sulfate (SO<sub>4</sub>) de mois février 2024 et avril 2024

L'image nous montre les graphiques des concentrations chimiques de So<sub>4</sub> pour le mois de février 2024 et le mois d'avril 2024.

on remarque que les concentrations sont milieu au mois février au mois de avril à toutes les étapes [p1+p2+p3 +p4], où le pourcentage de concentrations en p1 atteindre 4070 mg/l.

### F. bicarbonates (CO<sub>3</sub>)

A partir de l'altération des roches carbonatées et en présence d'acide carbonique, la calcite peut se dissoudre pour donner du bicarbonate de calcium.

$\text{CaCO}_3 + \text{HCO} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , Le tracé des courbes d'iso teneur en bicarbonates montre que la concentration en HCO<sub>3</sub>.

## Chapitre III :Résultats et discussion

- La carte bicarbonates

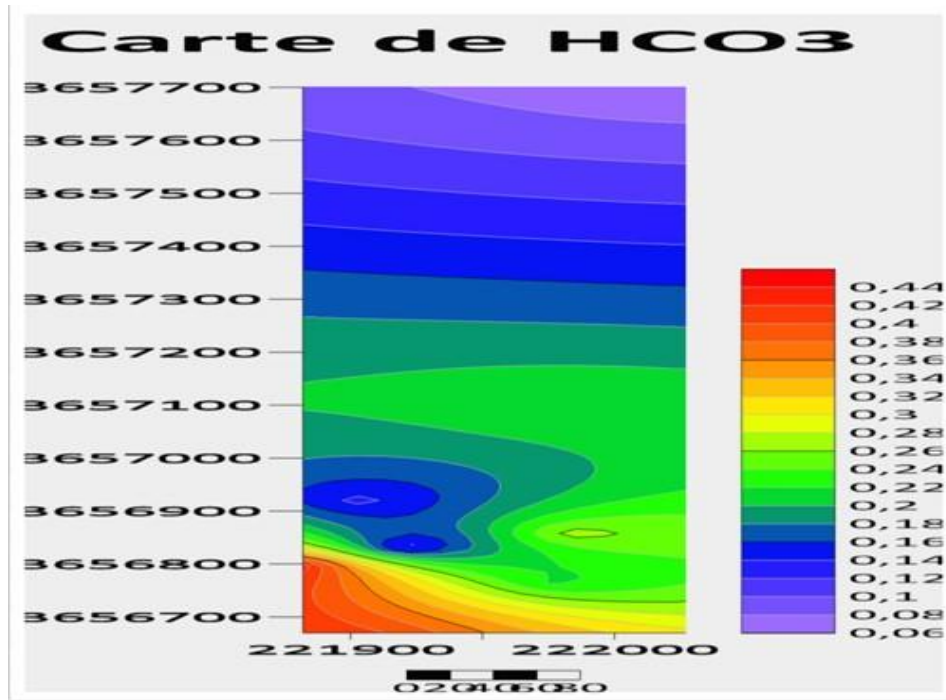
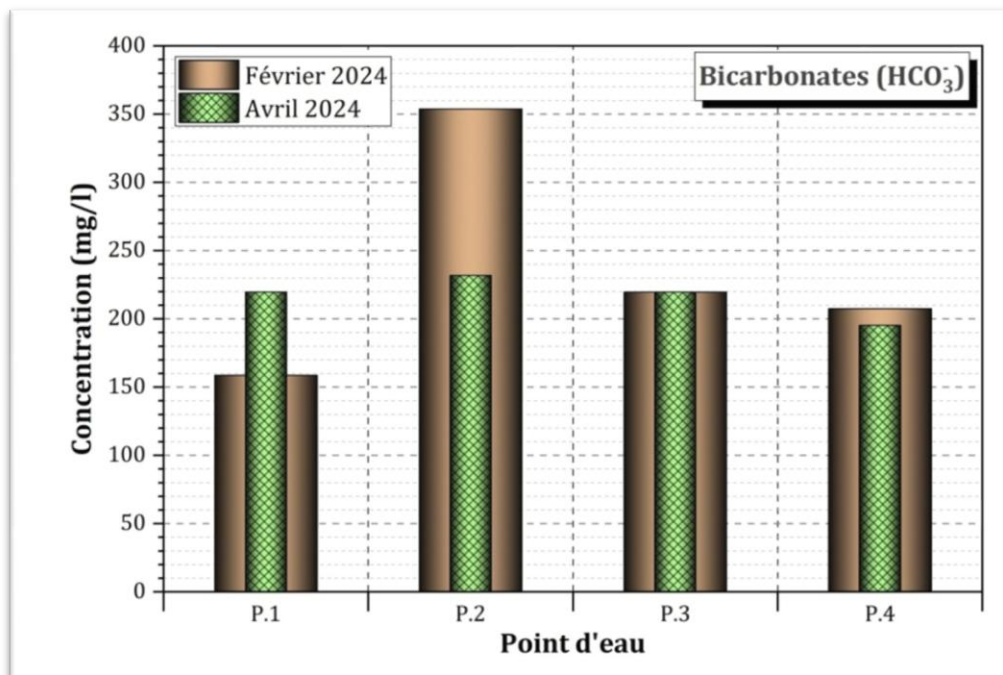


Figure 41: Carte de concentration chimique (HCO<sub>3</sub>)

La carte suivante représente le pourcentage de concentrations de l'élément chimique HCO<sub>3</sub>, où l'on remarque que les concentrations dans la couleur rouge sont élevées et les concentrations dans la couleur verte sont moyennes et les concentrations dans la couleur bleue sont faibles.

### f. la concentration en (mg/l) de bicarbonate (HCO<sub>3</sub>) de mois février 2024 et avril 2024



## Chapitre III :Résultats et discussion

**Figure 42 :** Concentration en (mg/l) de bicarbonate ( $\text{HCO}_3$ ) de mois février 2024 et avril 2024

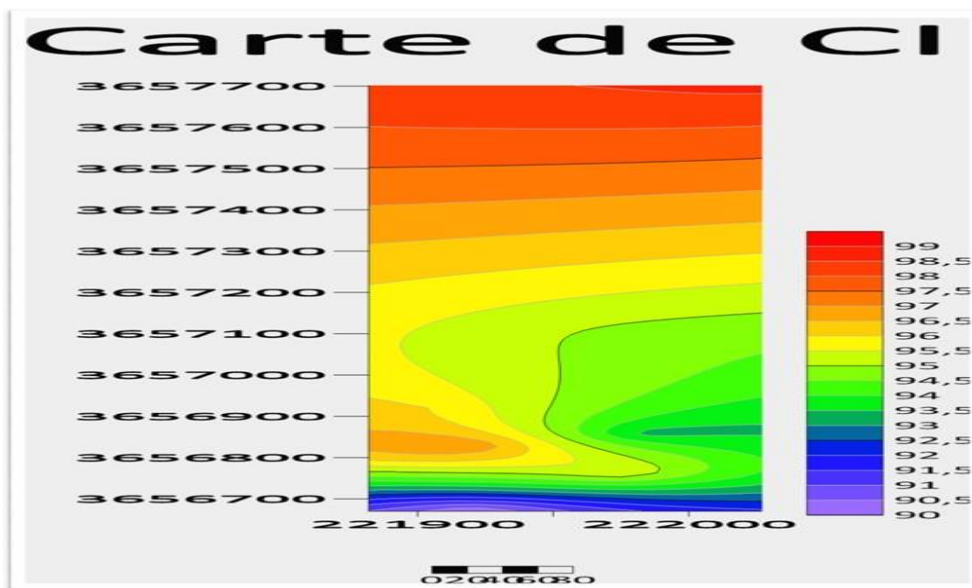
L'image nous montre les graphiques des concentrations chimiques de  $\text{HCO}_3$  pour le mois de février 2024 et le mois d'avril 2024

On remarque que les concentrations sont élevées au mois février par rapport au mois de avril à les étapes [p1+p3 +p4], où le pourcentage de concentrations en p2 donne le mois février atteindre 360 mg/l

### G. Chlorures (Cl)

Dans les eaux souterraines on rencontre les chlorures en grande quantité, qui proviennent de la dissolution et de lessivage des terrains salifères

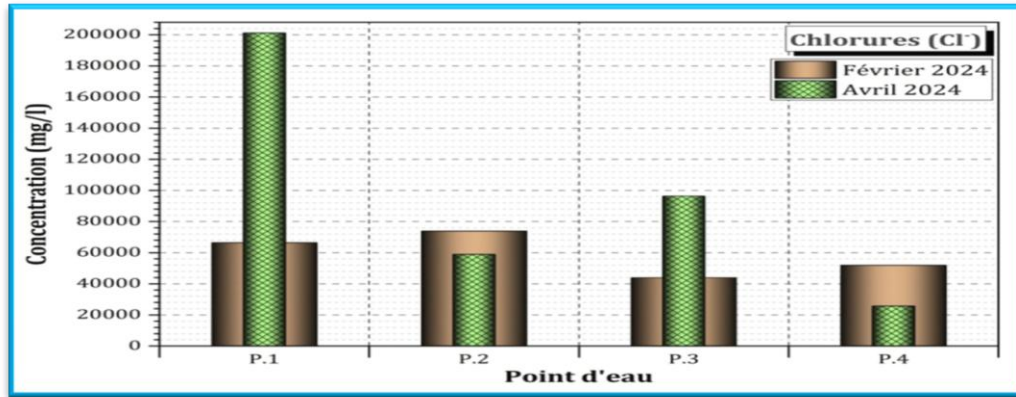
- Chlorures (Cl)



**Figure 43 :** Carte de concentration chimique( CL )

La carte suivante représente le pourcentage de concentrations de l'élément chimique Cl, où l'on remarque que les concentrations dans la couleur rouge sont élevées et les concentrations dans la couleur verte sont moyenne bleue et les concentrations dans la couleur sont faibles.

### g. la concentration en (mg/l) de chlorure (Cl) de mois février 2024 et avril 2024



**Figure 44:**Concentration en (mg/l) de chlorure (Cl) de mois février 2024 et avril 2024

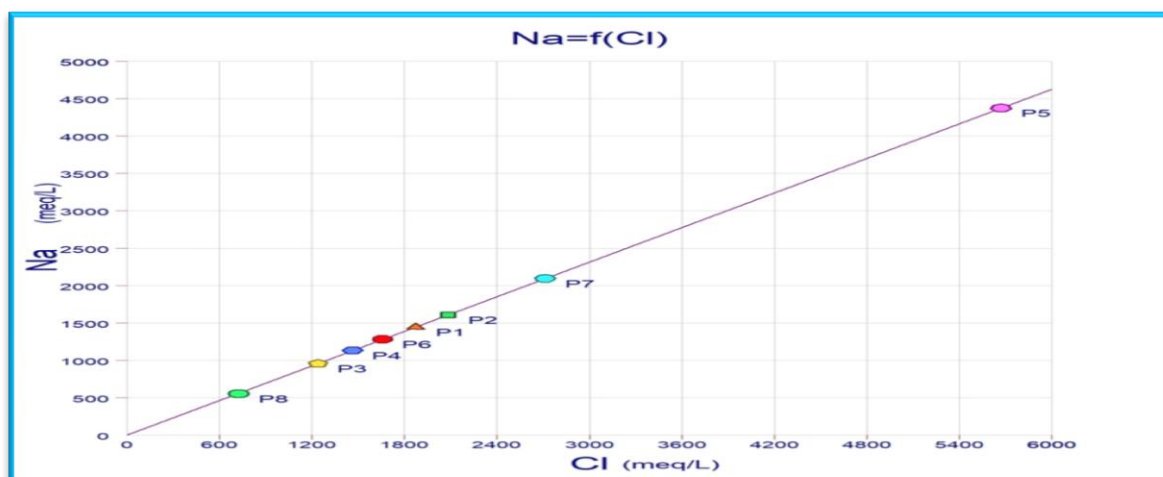
L'image nous montre les graphiques des concentrations chimiques de Cl pour le mois de février 2024 et le mois d'avril 2024.

on remarque que les concentrations sont milieu au mois d'avril au mois de février à toutes les étapes [p1+p2+p3 +p4], où le pourcentage de concentrations en p1 atteindrent 200000mg/l.

## 4. La relation entre les éléments chimiques (les cations et les anions)

### 1. Sodium –chlorure (Na- CL)

L'image exprime la relation entre le chlore et le sodium à l'aide du programme hydro chimique Diagramme.



**Figure 45 :** Relation entre (Na-Cl)

## Chapitre III :Résultats et discussion

### 2. Sodium\_bicarbonate (Na\_HCO3)

L'image exprime la relation entre sodium et bicarbonate à l'aide du programme hydro chimique Diagramme.

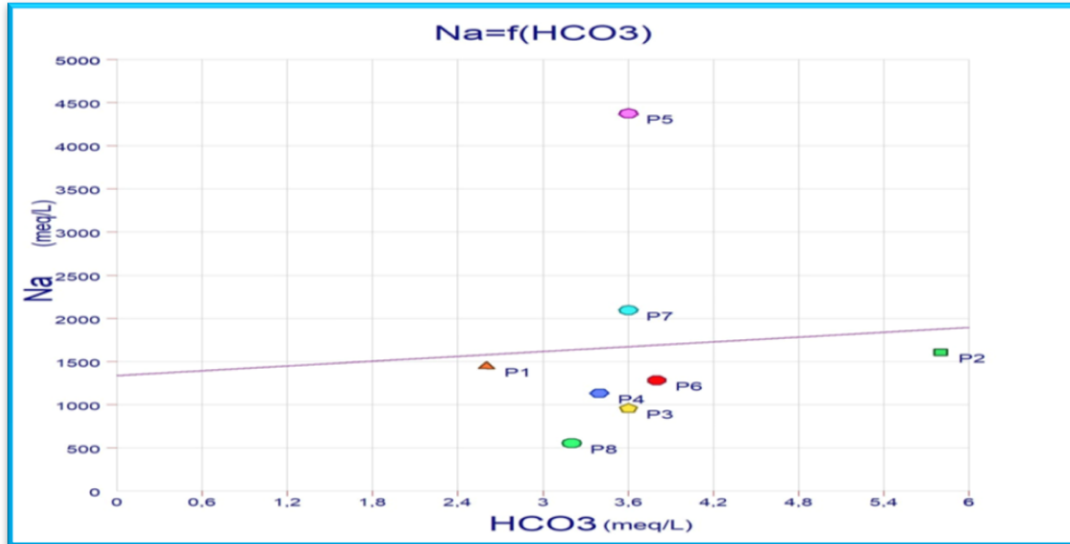


Figure 47 : Relation entre (Na-HCO3)

### 3. Calcium –chlorure (Ca-Cl)

L'image exprime la relation entre calcium et chlorure à l'aide du programme hydro chimique Diagramme.

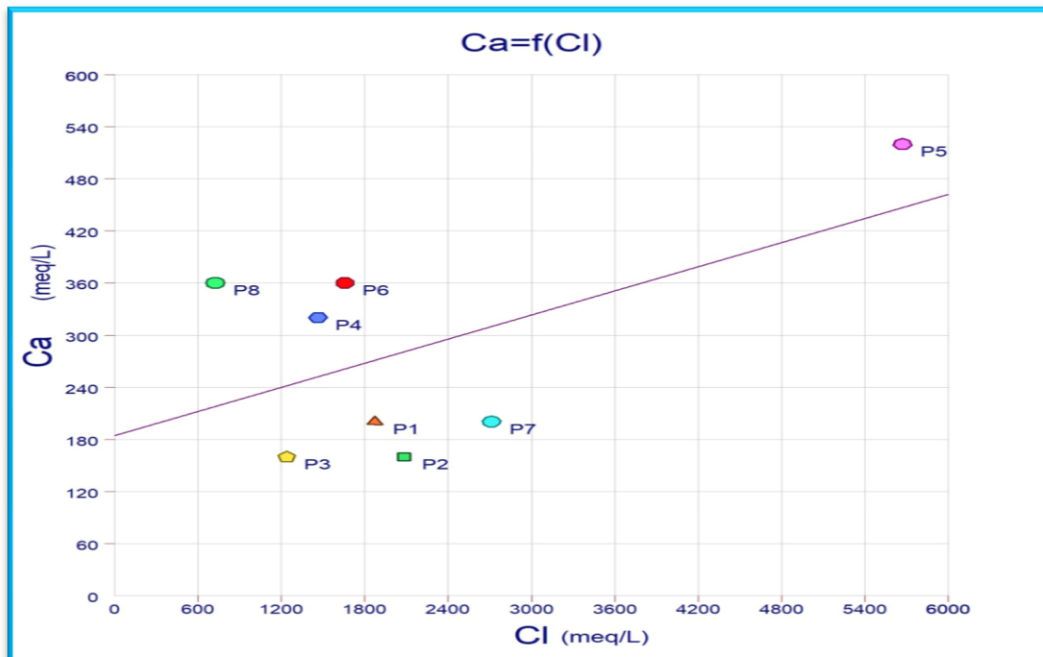


Figure 48 : Relation entre (Ca-Cl)

### 4. Sulfate-calcium(So4\_Ca)

L'image exprime la relation entre Sulfate et calcium à l'aide du programme hydro chimique Diagramme.

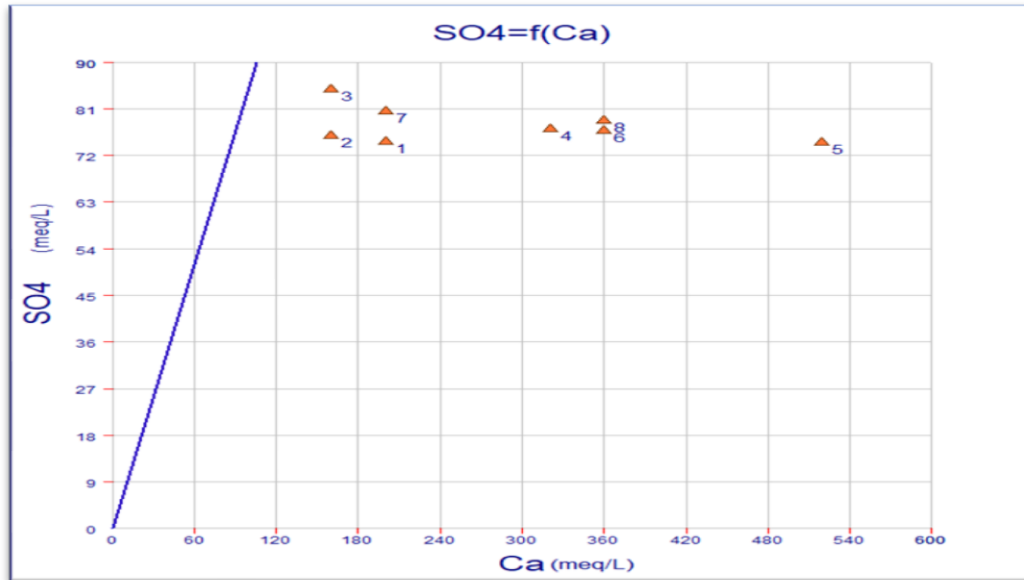


Figure 50 : Relation entre (SO4\_Ca)

#### A. Diagramme de Piper

Le diagramme de Piper permet de caractériser les faciès géochimiques des eaux. Cette caractérisation est basée sur des calculs de proportions relatives des différentes espèces cationiques et anioniques analysées. Ce diagramme est très fréquemment utilisé et donne de très bons résultats. Le diagramme de Piper fournit le même résultat qu'une classique caractérisation de la composition chimique par l'anion principal ou le cation principal. Cependant, il a l'avantage de définir en même temps un certain nombre de famille d'eau et de mettre clairement en évidence l'évolution de la minéralisation. Ce diagramme est formé d'un 1 triangle pour les cations, d'un 2 triangle pour les anions et d'un losange découpé en famille d'eau. Les éléments considérés sont Ca, Mg, (Na+K") pour les cations et HCO<sub>3</sub> (Cl+NO) et SO<sub>4</sub>, pour les anions. Dans le diagramme, la concentration relative en méq/l de chaque élément calculé permet de placer les points sur les triangles qui sont ensuite projetés sur le losange. Cette concentration est définie par la proximité des points de projection par rapport aux différents sommets ou pôles. La projection dans le parallélogramme des points placés

# Chapitre III :Résultats et discussion

dans les triangles des anions et des cations, classe la solution en faciès suivant les ions prédominants.(Alassane. 2004).

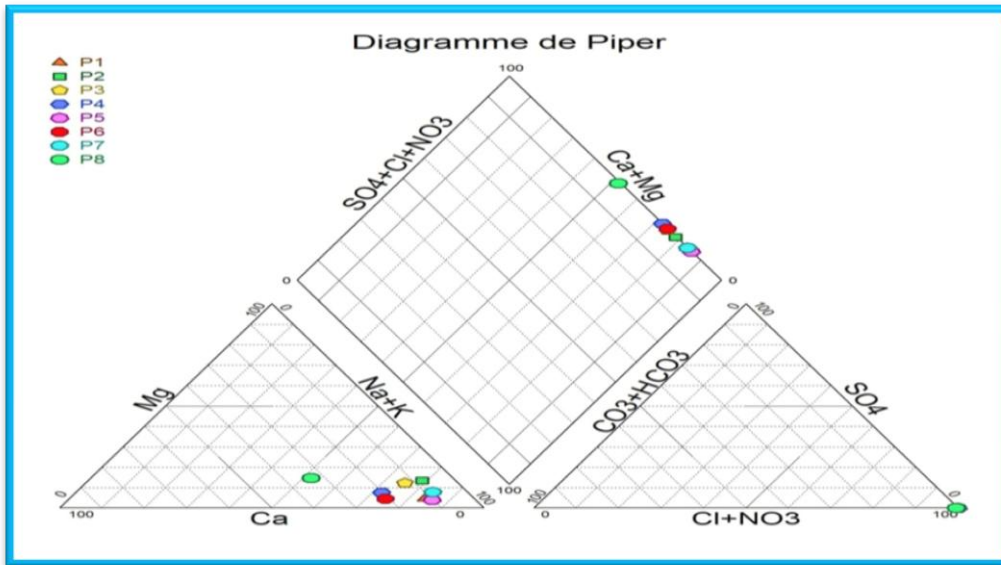


Figure 60 : Répartition des résultats sur le diagramme de piper

## B. Diagramme de Schoeler-Berkaloff

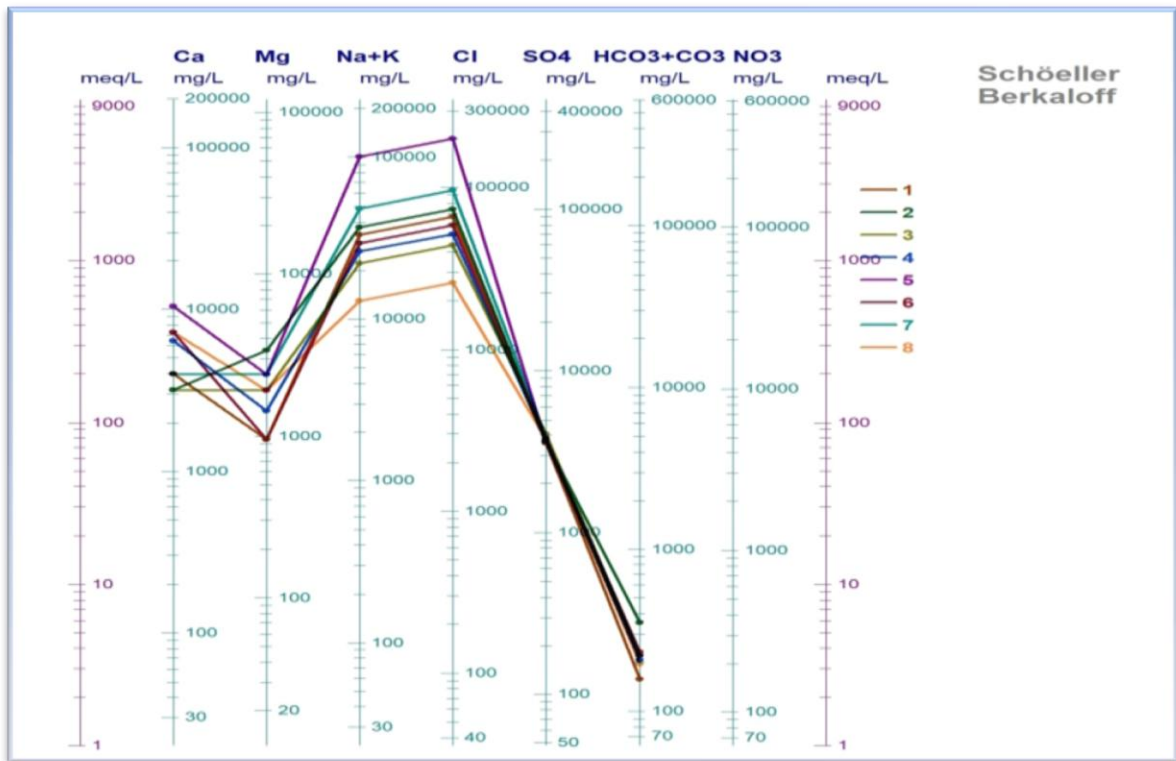


Figure 56 : Schoeler-Berkaloff



## Chapitre III :Résultats et discussion

---

Le diagramme semi-logarithmique de Schoeller-Berkaloff permet de représenter le faciès chimique de plusieurs échantillons d'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 qui représentent les différents éléments chimiques. L'allure du graphique obtenu permet de visualiser le faciès de l'eau et facilite sa comparaison. Un groupe d'eau de minéralisation 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 à la fois le faciès chimique, comme pour le diagramme de Piper, mais aussi la minéralisation de l'eau (sa charge dissoute), ce qui est appréciable (Gouaidia, 2008).

### C. Diagramme de stabler

La formule caractéristique de STABLER consiste à calculer le pourcentage de chaque ion par rapport à la concentration totale. On obtient la quantité en réaction chimique pour cent r %, puis on classe séparément les anions et les cations par ordre décroissant de gauche à droite. Les résultats obtenus permettent de distinguer les différents faciès .

Le diagramme stabler nous représente également les rapports de concentration des éléments chimiques pour les 8 échantillons. On remarque que le pourcentage de chlore est le pourcentage le plus élevé pour les anions, et le pourcentage de sodium est le pourcentage le plus élevé pour les cations.

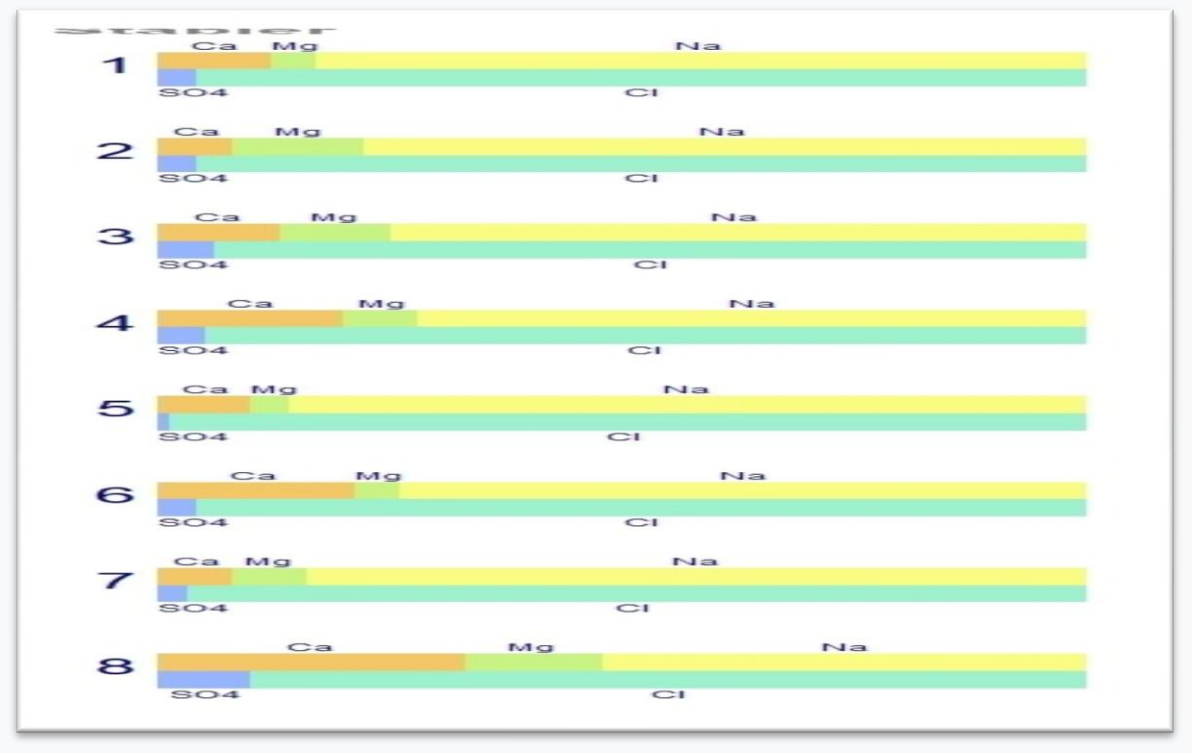
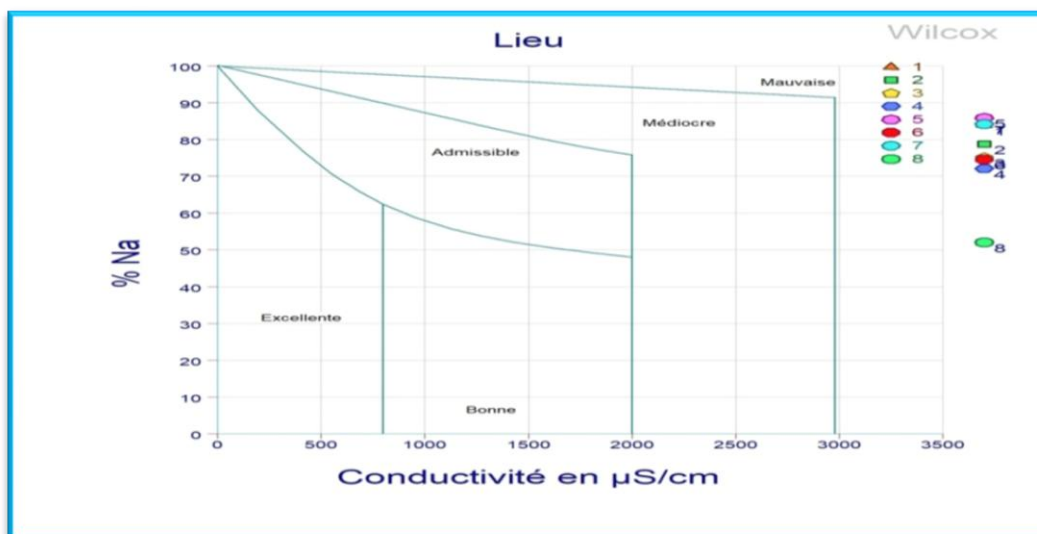


Figure 57 : Stabler

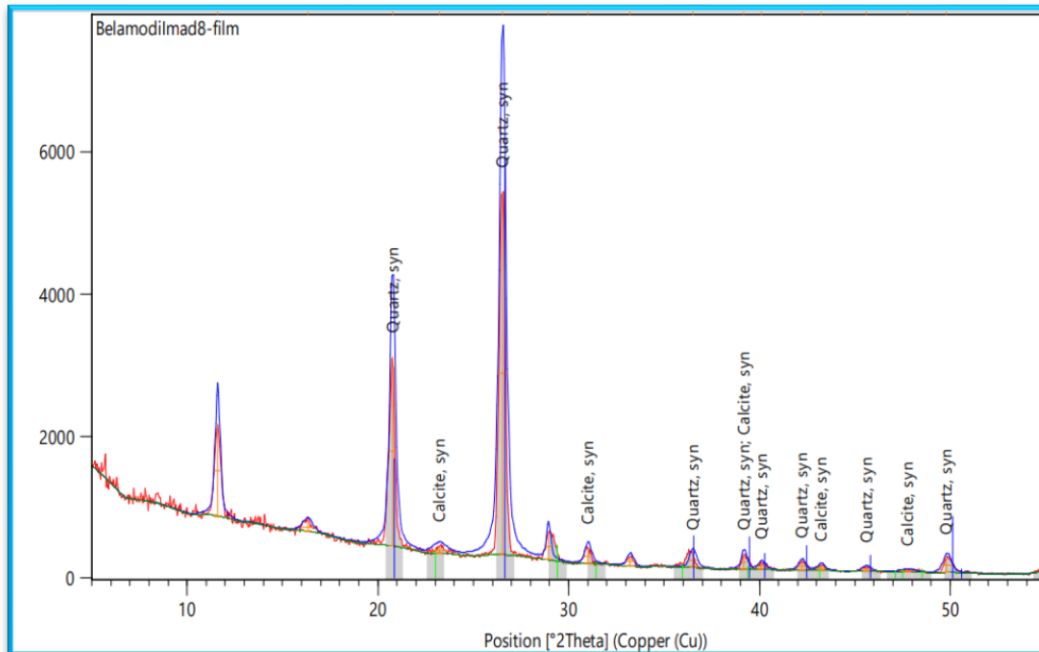
## D. Diagramme Wilcox

Le diagramme de Wilcox représente pour nous la conductivité électrique des éléments chimiques des 8 échantillons, car on remarque qu'elle est comprise entre 3000 et 3500 us/cm, ce qui signifie qu'elle n'est pas bonne donc la conductivité électrique très mauvaise

Figure 58: Wilcox



### E. Graphe de Drx (Quartz +calcite)



**Figure 59** :Graphe deDrx (Quartz +calcite)

Lorsque nous avons analysé le sable du lac Témacine, nous avons remarqué la présence de deux éléments dans le sol

On remarque la présence de :

quartz à raison de 75 %, donc 8 Position [ $^{\circ}2\theta$ ] (Copper (Cu))

calcite à raison de 25 % ,donc 4 Position [ $^{\circ}2\theta$ ] (Copper (Cu))

## Chapitre III :Résultats et discussion

### VI. Le fasciés chimique des les éléments

Tableau 09 : fasciés chimique des points d'eaux de la de Témacine

Touggourt 28/05/2024							
Pourcentages des éléments chimiques							
	%	%	%	%	%	%	%
	Cl-	SO4 -	HCO3-	Na+	K+	Ca++	Mg++
P1	96.036	3.83	0.133	83.629	0.143	11.59	4.636
P2	96.228	3.504	0.436	78.361	0.168	7.807	13.663
P3	93.34	6.388	0.271	74.691	0.329	12.509	12.504
P4	94.79	4.989	0.22	71.779	0.229	20.395	7.633
P5	98.62	1.295	0.062	85.802	0.069	10.203	3.924
P6	95.376	4.905	0.218	74.264	0.214	20.881	4.641
P7	96.997	2.873	0.128	82.016	0.171	8.006	8.005
P8	89.99	9.763	0.396	51.628	0.327	33.261	14.782

Tableau.. : Faciès chimique des points d'eau de lac de Témacine			
Points	Anions	Cations	Faciès chimique des eau
P1	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Ca++>Mg++>K+)	Chlorurée sodique
P2	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Mg++>Ca++>K+)	Chlorurée sodique
P3	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Ca++>Mg++>K+)	Chlorurée sodique
P4	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Ca++>Mg++>K+)	Chlorurée sodique
P5	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Ca++>Mg++>K+)	Chlorurée sodique
P6	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Ca++>Mg++>K+)	Chlorurée sodique
P7	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Ca++>Mg++>K+)	Chlorurée sodique
P8	r(Cl->SO4->HCO3 -)	r(Na+>Ca++>Mg++>K+)	Chlorurée sodique

%	Chlorurée sodique	100 pour 100
---	-------------------	--------------

Tableau 09 : Tableau de facies chimique des points d'eau de lac Témacine

Le tableau 09 montre le prélèvement de 8 points eau du lac Temacine.

L'eau du lac a les propriétés chimiques suivantes :

Chlorure de sodium (100 %) à partir de 8 échantillons

Ce qui indique que l'eau du lac a une forte salinité.

# Chapitre III : Résultats et discussion

La représentation graphique nous montre la répartition des résultats pour les charges chimiques selon le schéma stable :

## ➤ le faciès chimique de piper

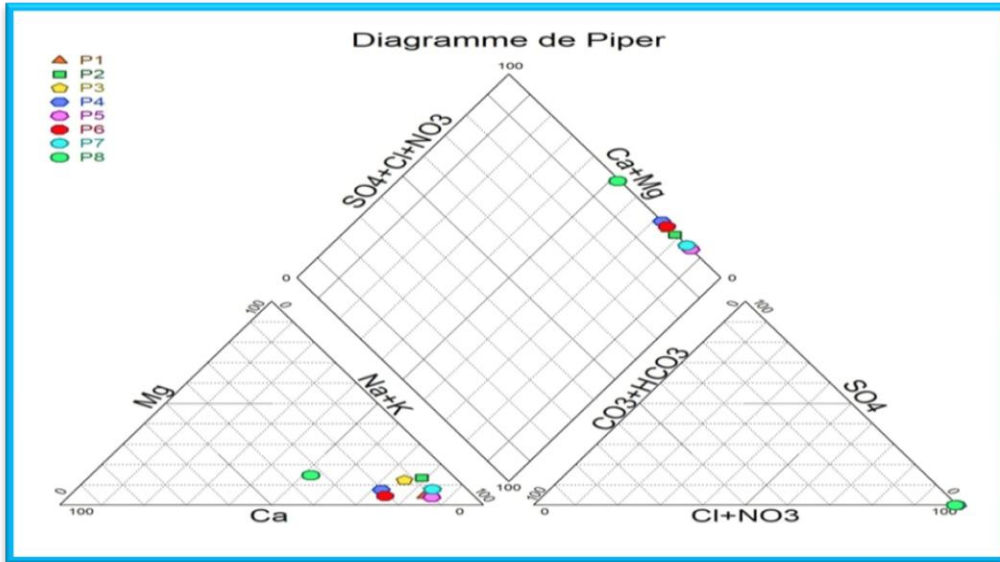


Figure 60 : Répartition des résultats sur le diagramme de piper

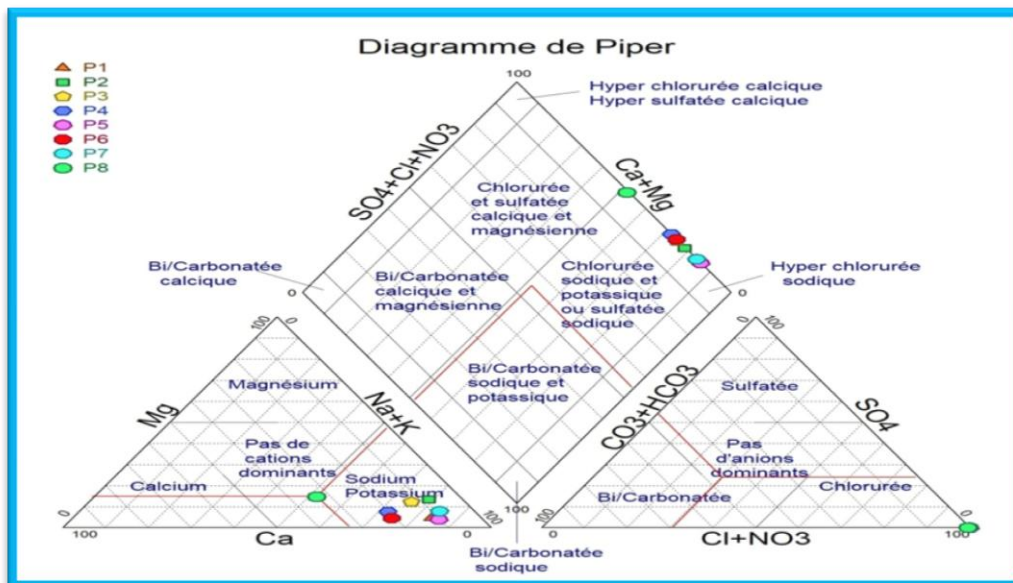


Figure 61 : Fasciés chimique des éléments

### VII. Etat de l'environnement

La région de la lac Témacine est d'une grande importance et mérite d'être exploitée de manière optimale.

Voici quelques suggestions sur la manière de le faire

#### a. Développement du Tourisme Écologique

Promouvoir des activités respectueuses de l'environnement comme la randonnée, l'observation des oiseaux et la photographie de la nature.

Créer des infrastructures d'accueil durables, telles que des lodges et des campings coresponsables.

#### b. Protection et Conservation de l'Environnement

Mettre en place des programmes de conservation pour protéger la biodiversité du lac.

Sensibiliser les habitants et les visiteurs à l'importance de préserver cet écosystème.

#### c. Développement Économique Local

Encourager l'artisanat local et les produits régionaux pour soutenir l'économie locale.

Organiser des marchés et des événements culturels pour attirer les visiteurs et promouvoir la culture locale.

#### d. Recherche et Éducation

Collaborer avec des universités et des institutions de recherche pour étudier la faune, la flore et l'écosystème du lac.

Développer des programmes éducatifs pour les écoles locales afin d'enseigner aux enfants l'importance de la conservation de la nature.

#### e. Infrastructures et Accessibilité

Améliorer les infrastructures de transport pour faciliter l'accès au lac Témacine.

Assurer la disponibilité des services essentiels pour les visiteurs, tels que des guides touristiques et des centres d'information.

En mettant en œuvre ces stratégies, la région du lac Témacine peut devenir une destination touristique de choix tout en préservant son environnement naturel.

#### ➤ Préserver du lac

La capitale de l'Oued Righ regorge d'anciens lacs et oasis répartis aux abords de la ville sous le torrent d'une vallée connue sous le nom des habitants de la région « WadiRig », créant ainsi des plans d'eau pittoresques comme exutoire pour sur son territoire, le lac Témacine fait partie des installations touristiques dont les racines historiques remontent à l'époque de notre Maître Salomon, comme l'ont rassemblé les historiens de ce lac, qui a connu ces dernières

## Chapitre III :Résultats et discussion

---

années une grande demande de la part des touristes venant visiter le territoire de la ville de Tijanine.



**Figure 62 :** lac de Témacine (Oued Righ)

Il a une superficie de plus de 18 000 mètres carrés, avec une profondeur allant jusqu'à 20 mètres, et abrite diverses espèces d'oiseaux et de poissons. Toutes ces caractéristiques sont réunies par ce lac, d'autant plus que ce dernier est situé au milieu d'une zone montagneuse et boisée qui garantit le confort aux touristes et aux expatriés pour profiter de ses paysages époustouflants, et c'est quelque chose que nous avons trouvé vrai et nous visitons cette installation, et à partir du moment où vous poserez les pieds sur le lac, vous verrez ces traditionnels des cafés faits de troncs et de feuilles de palmiers, bondés de clients et de familles alignés au bord du lac dans une atmosphère empreinte de joie et de détente évidente sur tous les visages, sans oublier les photos d'enfants s'amusant dans la salle de jeux de fabrication locale. Mais après des années, c'est devenu un cloaque de corruption, de

## Chapitre III :Résultats et discussion

---

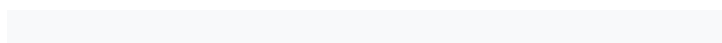
négligence et de rejet de déchets et de saletés. Nous devons donc prêter attention à ces zones pittoresques, car elles constituent l'une des ressources naturelles les plus précieuses de l'Algérie, qui doit être préservée. patrimoine ancien, et les autorités privées doivent intervenir pour en faire un lieu éclairant pour la population.



**Figure 63** : Zone polluée du lac Témacine



# Conclusion générale



## **Conclusion générale**

Le lac Temacin, situé à Oued Righ, dans la province de Touggourt, dans le Sahara algérien, représente un exemple important pour les études géochimiques en raison de ses caractéristiques environnementales uniques. Son évolution géochimique reflète diverses influences, telles que le changement climatique avec des étés chauds et des hivers froids, les activités humaines et les interactions entre l'eau et les sédiments. Le lac est un système relativement fermé, ce qui le rend sensible à l'accumulation d'éléments et de composés chimiques. L'étude du lac permet de comprendre en profondeur les interactions géochimiques entre l'eau et les sédiments, ainsi que l'évolution de l'écosystème sous différentes influences. Ce développement peut inclure des changements dans l'équilibre chimique d'éléments clés tels que les carbonates, les sulfates et les chlorure, affectant la qualité de l'eau et les organismes du lac.

# **Références Bibliographiques**

## **[1] Introduction Générale :**

Mémoire Master en Hydrogéologie Melle : Guettaia Sabrina, Thème : Etude de la relation chott Merouane \Nappe du Mio pliocène Quaternaire, Option : Géologie, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2016/2017]

## **[2] Définition de l'eau :**

Mémoire Master en Biologie Melle : LAHOUEL Asia, Thème: Contribution à l'étude de quelques paramètres physico-chimique du la lac Témacine(Touggourt), Option : Aquaculture, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2009/2010]

## **[3] Situation Géographique :**

Mémoire Master en Hydrogéologie : Melle : Guettaia Sabrina, Thème Etude de la relation chott Merouane \Nappe du Mi pliocène Quaternaire, Option : Géologie, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2016/2017]

## **[4] Situation Topographie et Géomorphologie :**

Mémoire Master en Hydrogéologie : Melle : Guettaia Sabrina, Thème Etude de la relation chott Merouane \Nappe du Mi pliocène Quaternaire, Option : Géologie, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2016/2017]

## **[5] Climatologie :**

Mémoire Master hydrogéologie : Melle : Guettaia Sabrina, Thème Etude de la relation chott Merouane \Nappe du Mi pliocène Quaternaire, Option : Géologie, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2016/2017]

## **[6] ANALYSE DES PARAMETRES :**

### **1. Etude des températures, 2 Etude des précipitations :**

Mémoire Master en Hydrogéologie : Melle : Guettaia Sabrina, Thème Etude de la relation chott Merouane \Nappe du Mi pliocène Quaternaire, Option : Géologie, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2016/2017]

## **[7] ANALYSE DES PARAMETRES :**

### **1 Évaporation, 2 Humidité relative, 3 Durée d'Insolation :**

Mémoire Master en Biologie : Melle : Bazzaine Meriem, Thème : Etude Etat environnement de l'écosystème aquatique de la bas Sahara algérien, Option : Aquaculture, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2017/2018]

**[8] Etude géologique :**

**1 GÉOLOGIE RÉGIONALE, 2 CADRE GEOLOGIQUE LOCAL « OUED RIGH > : :**

Mémoire Master en Hydrogéologie : Melle : Guettaia Sabrina, Thème Etude de la relation chott Merouane \Nappe du Mi pliocène Quaternaire, Option : Géologie, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2016/2017]

**[9] Présentation du milieu d'étude (Témacine):**

Mémoire Master en Biologie : Melle : LAHOUEL Asie, Thème : Contribution à l'étude de quelque paramètres physico-chimique du la lac Témacine(Touggourt), Option : Aquaculture, Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2009/2010]

**[10] Présentation de Lac Témacine :**

Mémoire Master en Hydraulique : Bentría Ahmed et Tablet Asma, Thème : étude de la variation temporel de la qualité de l'eaux des lac cas de la région de Touggourt, Option : traitement épuration et gestion des eaux , Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire

**[11] Caractéristiques principales :**

Mémoire Master en Hydraulique : Bentría Ahmed et Tablet Asma, Thème : étude de la variation temporel de la qualité de l'eaux des lac cas de la région de Touggourt, Option : traitement épuration et gestion des eaux , Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire

**[12] Le paramètre physico-chimique :**

Mémoire License en Biculture Saharienne : BechkiHafsa et kaakaaOuarida et RabhiHassiba, le thème :étude les paramètre physico chimique du lac Temacine (Touggourt) , Option : sciences de la nature et de la vie , Université KasdiMerbah d'Ouargla, Année Universitaire [2013\ 2014]