

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR- ANNABA



جامعة باجي مختار - عنابة

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT  
DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE

## MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

FILIERE : HYDRAULIQUE

OPTION : OUVRAGE HYDRAULIQUE

### Thème

**ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO CHIMIQUE DES  
SOURCES D'EAU SOUTERRAINE DE LA COMMUNE DE  
SERAIDI -W.ANNABA-**

**Présenté par:**

GHANDJATI SEIF EL ISLEM  
BENMERABET DJALLEL

**Dirigé par :**

M<sup>em</sup>. HACHEMI RACHEDIL  
M<sup>em</sup>. BENOUARA Nawel

**Jury de soutenance :**

M. DJEMILI LAKHDAR	Président	Pr	U.B.M
M <sup>me</sup> . HACHEMI RACHEDI LAMIA	Encadreur	MCB	U.B.M
M. TOUMI ABDELHAMID	Examinateur	MAA	U.B.M
M <sup>me</sup> . BOUSLAH SORAYA	Examinatrice	MAA	U.B.M

**Promotion : JUIN 2018**



### ***Remerciements***

*Je remercie avant tout ALLAH de  
m'avoir aidé...*

*Je voudrais tout d'abord exprimer mes  
plus sincères remerciements à mon  
encadreur : M<sup>em</sup> HACHEMI RACHEDI  
LAMIA et M<sup>em</sup> BENOUARA Nawel. Il a  
fait preuve d'une grande disponibilité,  
m'a fourni un soutien constant et une  
aide précieuse.*

*Je tiens également à remercier les  
membres du jury d'avoir accepté  
d'examiner mon travail.*

*Ma reconnaissance va  
particulièrement à mes collègues m'ont  
aidé et soutenu pour la concrétisation de  
ce travail*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail a :*

- ❖ *Mon cher père «KHEMISSI» pour l'intérêt qu'il m'a accordé et pour les précieux conseils qu'il m'a donnés pendant les moments difficiles.*
- ❖ *A ma très chère mère «AICHA» pour sa tendresse, son amour, ses sacrifices et son encouragement durant toute ma vie pour que je puisse réussir que dieu me la garde.*
- ❖ *A mes chères sœurs : MANEL , HAMIDA, IMEN*
- ❖ *A mon binôme : SIEF*
- ❖ *A Tous mes meilleurs Amis*

**BENMERBET DJALLEL**



## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail a :*

- ❖ *Mon cher père « Abd'Ellah » pour l'intérêt qu'il m'a accordé et pour les précieux conseils qu'il m'a donnés pendant les moments difficiles.*
- ❖ *A ma très chère mère « Louiza » pour sa tendresse, son amour, ses sacrifices et son encouragement durant toute ma vie pour que je puisse réussir que dieu me la garde.*
- ❖ *A mes chers frères Bilel, Aissa, Mohamed, Ammar.*
- ❖ *A mes chères sœurs : Asma, Soumaia, Amel.*
- ❖ *Mon Puce Iyed*
- ❖ *A mon binôme : Djallel*
- ❖ *A Tous mes meilleurs Amis*

***GHANDJATI SEIF EL ISLEM***

## Résumé:

Les ressources en eau souterraine présentent un important potentiel hydrique pour l'alimentation en eau potable des agglomérations. Considérées comme vulnérable et épuisable elle est directement affectée par l'accroissement accru de la population implantée à proximité. Dans ce contexte nous avons tenté dans le présent travail d'étudier neuf sources situées dans la municipalité de Séraïdi à fin d'établir un état des lieux qualitatif et quantitatif de ces sources. Sur la base d'une série d'analyse physico-chimique, un traitement des données par le logiciel Aquachem a été effectué. En effet l'analyse des diagrammes obtenus montre un faciès chloruré calcique, avec des valeurs de PH en dessous du seuil recommandé et des débits qui ne couvrent pas totalement les besoins de la population de la commune. Néanmoins, les eaux restent de bonne qualité physico chimique pour la consommation humaine.

## Mots clés

Aquachem, Eau Souterraine, Qualité Séraïdi, Source.

## المخلص:

تمتلك موارد المياه الجوفية إمكانات مائية كبيرة لإمدادات مياه الشرب في التكتلات. نظرًا لكونه ضعيفًا ومستنفدًا ، فإنه يتأثر بشكل مباشر بالنمو المتزايد للسكان القريين. في هذا السياق، حاولنا في هذا العمل دراسة تسعة مصادر موجودة في من أجل إنشاء جرد نوعي لهذه المصادر. على أساس سلسلة من التحليل الفيزيائي الكيميائي ، تم تنفيذ معالجة سرايدي بلدية في الواقع ، يبين تحليل الرسوم البيانية التي تم الحصول عليها وجود كلوريد كالسيوم. البيانات بواسطة برنامج اكواشام أقل من العتبة الموصى بها والتدفقات التي لا تغطي بالكامل احتياجات سكان البلدية. ومع ذلك ، PH الكالسيوم ، مع قيم تظل المياه ذات جودة فيزيائية كيميائية جيدة للاستهلاك البشري.

## كلمات البحث:

المياه الجوفية ، الجودة ، سرايدي،منبع اكواشام

<b>LISTE DES FIGURES</b>	
<b>Chapitre II</b>	
	6
Figure II .1 : Localisation géographique de la région d'étude seraidi : Google earth	6
Figure II.2 : l'histogramme des températures moyennes mensuelles(c 9) station S éraidi. (D'après la station météorologique de Séraidi 2001-2011)	8
Figure II.3 : l'histogramme Précipitations mensuelles (mm) de la région de Séraidi. (D'après la station météorologique de Séraidi 2001-2011)	9
Figure II.4 : l'histogramme Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle en (%) de la région de Séraidi. (D'après la station météorologique de Séraidi 2001-2011)	10
Figure II.5 : l'histogramme Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s)de la région de Séraidi. (D'apr ès la station m é té orologique de S éraidi 2001-2011)	11
Figure II.6 : l'histogramme Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Séraidi. (D'après la station météorologique de Séraidi 2001)	12
Figure II.7 : Carte hydrographique de seraidi	13
Figure II.8 : Carte géologique schématique du massif de l'Edough	16
<b>Chapitre III</b>	
Figure III.1 : localisation des sources d'étudiées dans Séraidi sur Google earth	20
Figure III.2 : Quelques photos dans la méthode de travail pour expliquer les mesures de débit	22
Figure III.3 : icône logiciel aquachem	25
Figure III.4 : base de données ouverte	26
Figure III.5 : capture Quand ouvert aquachem	27
Figure III.6: image pour la fenêtre de base de données	27
Figure III.7: la base de données (.AQC) et le modèle (.TPL).	28

Figure III .8 : Stations et échantillons	28
Figure III.9:exemple Comment ins érer source Ain Achour (station)	30
Figure III .10 : capture sauver et fermer	30
Figure III.11 : exemple Comment ins érer Les d étails de l' échantillon Ain Achour	31
Figure III 12 : l'identifiant de la station.	31
Figure III 13 : l'identifiant d'Échantillon	31
Figure III.14 : sample puis symbole	32
Figure III.15 : Attribution d'un symbole	32
Figure III.16 : Nom du symbole sur la l égende	33
<b>CHAPITRE VI</b>	
Figure VI.1 : Evolutions du pH (Potentiel Hydrog ène)	38
Figure VI.2 : Evolutions du La temp ération (T)	39
Figure VI.3 : Evolutions du la conductivit é éctrique	40
Figure VI.4 : Evolutions de la turbidit é	41
Figure VI .5 : Evolutions du Magn ésium	43
Figure VI.6 : Evolutions du Nitrites	44
Figure VI.7: Evolutions du Chlorures	44
Figure VI.8 : Evolutions du Bicarbonates	45
Figure VI.9: Evolutions du TDS	46
Figure VI.10 : Evolutions du fer	46
Figure VI.11: Evolutions de l'Indice permanganate	47
Figure VI.12 : Evolutions du phosphore	48
Figure VI.13 : Evolutions du Salinit é	49

Figure VI.14 : Evolutions du TAC	49
Figure VI.15 : Evolutions de l'Ammonium	50
Figure VI.16 : Evolutions du CO2 – libre dissous	51
Figure VI.17: Evolutions du CO2- Total	51
Figure VI.18 : Evolutions du Duret é totale	52
Figure VI.19 : Faciès des eaux le diagramme de Piper	54
Figure VI.20 : le diagramme de shoeller	55
Figure VI.21 : Diagramme de Scatter	56
Figure VI.22 : Digramme de Ternaire	57
Figure VI.23 : Diagramme Durov	58
Figure VI.24 : Diagramme Radial Ain Achour, Ain Bendjabalah	59
Figure VI.25 : Diagramme Radial Ain Bouhadadda , Ain Chifa	60
Figure VI .26 : Diagramme Radial Fontaine De Groupage Et El Ancer	60
Figure VI.27 : Diagramme Radial fontaine Mzata, Ain Mouhkim, Et Parc Au Jeux	61
Figure VI.28 : Diagramme pie Ain Bendjabalah, Ain Achour Et Ain Chifa	62
Figure VI.29 : Diagramme pie Fontaine De Groupage, Ain Bouhadadda Et El Ancer	63
Figure VI.30 : Diagramme pie Parc Au Jeux, Mouhkim(Oued Mahia) Et Fontaine Mzata	64
Figure VI .31 : Diagramme stiff source Ain Chifa	65
Figure VI .32 : Diagramme stiff El Ancer	66
Figure VI .33 : Diagramme stiff Ain Bendjabalah	66
Figure VI.34 : Diagramme stiff Ain Bouhdadda	67
Figure VI.35: Diagramme stiff Source Fontaine mzata	67
Figure VI.36 : Diagramme stiff Source Allali Hocine (Fontaine De Groupage)	68
Figure VI.37. Diagramme stiff Ain Achour	68



## LISTE DES TABLEAUX

### Chapitre II

Tableau II.1: Coordonnées géographiques de la station météorologique de Séraïdi.	7
Tableau II.2 : donne la répartition mensuelle des températures moyennes recueillies à la station météorologique de Séraïdi durant une période de 10 ans (2001-2011).	8
Tableau II.3 : Précipitations mensuelles (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)	9
Tableau II.4 : Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle en (%) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)	10
Tableau II.5 : Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)	11
Tableau II.6 : Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)	12

### Chapitre III

Tableau III.1 : situation des sources étudiées de Séraïdi	16
---	----

### chapitre VI

Tableau VI.1 : mesures des débits de Source Bouhdadda	35
Tableau VI.2 : mesures des débits de Source Parc Au Jeux	35
Tableau VI.3 : mesures des débits de Source Ain Chifa	35
Tableau VI.4 : mesures des débits de source Bendjaballah (dar smair)	35
Tableau VI.5 : mesures des débits de Source Ain Boumendjl	36
Tableau VI.6 : mesures des débits de Source Allali Hocine	36
Tableau VI.7 : mesures des débits de Source Ain Mzata	36
Tableau VI.8 : mesures des débits de Source Ain Achour	36
Tableau VI.9 : mesures des débits de Source Ain Mohkim	36
Tableau VI.10 : consommation des débits	37

Tableau VI.11 : statistique pour la concentration des paramètres physiques et chimiques des eaux des sources de Séraïli. 37

Tableau VI.12 : Potabilité des eaux du secteur d'étude-seraidi 52

# SOMMAIRE

I Résumer	I
II Liste figure	II
III Liste tableau	III
Introduction g énéral	VIII
CHAPITRE I	
I.1 Introduction	1
I.2 Les eaux souterraines	1
I.3 Types de sources souterraines	1
I.4 La qualité de l'eau souterraine	2
I.5 L'évaluation de la qualité des eaux souterraines	3
I.5 .1 Les aspects quantitatifs	3
I.5 .2 La qualité chimique des eaux	3
I.6 Conclusion	4
CHAPITRE II	
II.1 Introduction	6
II.1.1 Situation géographique	6
II .1.2 .ETUDE HYDROCLIMATOLOGIQUE	7
II.1.2.1. Station de mesure	7
II.1.2.2. Facteur Climatique	7
II.1.2.3. Éléments de la climatologie g énérale	8
a) La Temp ération	8
b) Les pr écipitations	9
c) Humidité relative	10
d) Les vents	10
e) Evaporation du plan d'eau	11
II.1.3 Aperçu Hydrogéologie	13
II.1.3.1 Réseaux hydrographique	13
II.1.4 Aperçu géologique	14
II.1.4.1 Le massif de l'Edough	14
II.1.4.2 Description lithologique	14
a) Les Gneiss	14

b) Les micaschistes	14
c) Les roches m éta basiques	15
d) La couverture s édimantaire	15
e) Le magmatisme tertiaire	15
II.1.4.4. Conclusion	17

### CHAPITRE III

III.2 Introduction	19
III.2.1 Situation des sources d'étudiées	19
III.2.2 Méthode de travail	21
III.2.3 Matériel	21
III.3 Traitement de données	22
III.3.1 Présentation du logiciel Aquachem	22
III.3.2 Type de graphique	23
III.3.3 définition quelque graphes	23
III.3.3.1 Diagramme de Piper	23
III.3.3.2 Diagramme de Schoëler	23
III.3.3.3 Durov	23
III.3.3.4 Trac éternaire	24
III.3.3.5 STIFF	24
III.3.3.6 le diagramme de dispersion:	24
III.3.3.7 Le trac éRadial	24
III.3.3.8 Diagramme de pie	25
III.3.4 Utilisation de logiciel aquachem	25
III.4 Conclusion	33

### CHAPITRE VI

VI.1 Introduction :	35
VI.2. Mesures des débits dans les Sources	35
VI.3 Les paramètres physiques-chimiques mesurés	38
VI.3.1 Potentiel d'Hydrogène (pH)	38
VI.3.2 La température (T)	39
VI.3.3 La conductivité électrique	40
VI.3.4 La turbidité	41
VI.3.5 Le Calcium	42

VI.3 .6 Magnésium	43
VI.3.7 Les Nitrites	44
VI.3 .8 Chlorures	44
VI.3 .9 Bicarbonates :	45
VI.3 .10 TDS (Total Dissolve Solide):	46
VI.3 .11 Le fer :	46
VI.3 .12 Indice Permanganate :	47
III.3.13 Le phosphore :	48
VI.3.14 Salinité :	48
VI.3 .15 TAC :	49
VI.2 .16 Ammonium :	50
VI.2 . 17 CO <sub>2</sub> – libre dissous:	51
VI.2 .18 CO <sub>2</sub> - Total :	51
VI.2 .19 Dureté totale :	52
VI.3 Interprétation des résultats d'analyse de la qualité de l'eau par les méthodes	55
VI.3.1 Diagramme de Piper	55
VI.3.2 Schoeller	56
VI.3.3 Diagramme de dispersion	57
VI.3.4 Diagramme de Ternaire	58
VI.3.5 Diagramme Durov	59
VI.3.6 Diagramme Radial	60
VI.3.6.1 Source Ain Achour, Ain Bendjabalah	60
VI.3.6.2 Source Ain Bouhadadda , Ain Chifa	60
VI.3.6.3 Source Fontaine De Groupage Et El Ancer	61
VI.3.6.4 Sources Fontaine Mzata, Mouhkim(Oued Mahia) Et Parc Au Jeux	62
VI.3.7 Diagramme Pie	63
VI.3.7.1 Sources Ain Bendjabalah, Ain Achour Et Ain Chifa	63
VI.3.7.2 Sources Fontaine De Groupage, Ain Bouhadadda Et El Ancer	64
VI.3.7.3 Source Parc Au Jeux, Mouhkim(Oued Mahia) Et Fontaine Mzata	65
VI.3.8 Diagramme stiff :	65
VI.3.8.1 Source Ain Chifa	66
VI.3.8.2 Source El Ancer	66
VI.3.8.3 Source Ain bendjabalah	67
VI.3.8.4 Source Ain Bouhdadda	68
VI.3.8.5 Source Fontaine mzata	68

VI.3.8.6 Source Allali Hocine(Fontaine De Groupage)	68
VI.3.8.7 Source Ain Achour	69
VI.3.8.8 Source Mouhkim (Oued Mahia)	69
VI.3.8.9 Source Parc Au Jeux	69
VI.4 VI.4 Discussion des méthodes et résultats	70
CONCLUSION GENERAL	
REFIRENCE	

## **Introduction :**

Ces dernières années, les problèmes d'eau sont devenus de plus en plus importants, l'attention internationale était au cœur du débat. Une chose vaut la peine Dans le monde entier: La présence humaine dépend de l'eau.

L'eau est une ressource essentielle pour toutes les formes de vie sur la planète, la gestion de l'eau ou de l'eau est essentielle à la vie de tous les êtres vivants,

Ces ressources en eau sont consommées par les secteurs (domestique, industriel, Agricole) et organiser l'utilisation de l'eau en fonction des priorités, pour répondre aux besoins de la population L'eau est l'une des premières préoccupations et obligations des pouvoirs publics et est actuellement estimé L'allocation de l'eau de 150 litres / jour / par personne suivie par d'autres secteurs.

Les eaux souterraines sont toutes de l'eau sous la surface de la terre, dans la zone de saturation et en contact direct avec la terre ou le sous-sol de la terre. "Cette note nous apprend la qualité de l'eau de certaines sources de cette zone étudiée. Ainsi que la pollution des eaux souterraines Qui n'ont pas été traités avant la libération. C'est le phénomène de détérioration de la qualité de l'eau. Pour nous aider à identifier ce déséquilibre et réfléchir aux raisons de sa meilleure compréhension, notre problème est de déterminer la qualité de certaines sources d'eau que seraidi peut exploiter.Nous pouvons donc traiter ce problème et introduire quelques éléments pour répondre aux questions, nous proposons les chapitres discutés, à savoir:

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude (situation géographique, étude hydro climatologique , hydrographique ,géologique )
- Le deuxième chapitre, traite la partie matérielle et méthodes utilisés sur terrain avec la description des méthodologies de logiciel aquachem
- Le troisième chapitre traite les données et discutés les résultats .

Enfin la conclusion que nous serons en mesure de connaître les résultats

En termes de qualité

## I.1 Introduction

L'eau destinée à l'alimentation humaine ne doit pas contenir de substances Chimiques ou de germes nocifs pour la santé. L'évaluation de cette qualité se fait en fonction de la réglementation algérienne en vigueur.

## I.2 Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches, humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable. Là, elles s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol, formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé aquifère. La nappe chemine en sous-sol sur la couche imperméable, en suivant les pentes, parfois pendant des dizaines voire des centaines de kilomètres, avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau. Les nappes souterraines fournissent ainsi presque le tiers du débit total de tous les cours d'eau de la planète, soit environ 12 000 kilomètres cubes d'eau par an.

## I.3 Types de sources souterraines :

### ❖ quelques définitions

- Aquifère: massif de roches perméables comportant une zone saturée suffisamment conductrice d'eau souterraine pour permettre l'écoulement d'une nappe souterraine et le captage de l'eau.
- Nappe d'eau souterraine: ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.
- Aquifère à nappe libre: se dit d'un aquifère dont la surface piézométrique de la nappe coïncide avec la surface de la nappe.
- Aquifère à nappe captive: se dit d'un aquifère dont la surface piézométrique se situe au-dessus de la surface de la nappe. Il est limité par deux formations imperméables.
- Nappe et puits artésiens: une eau souterraine est dite artésienne lorsque sa surface piézométrique se situe au-dessus du niveau du sol ; dans ce cas, l'eau déborde naturellement des puits.

- ❖ source de dépression à écoulement par gravité on est en présence généralement de petits débits pouvant encore se réduire en période sèche ou lors d'un abaissement du toit de la nappe.
- ❖ source d'émergence à écoulement par gravité

L'écoulement est plus régulier mais les fluctuations de débits sont encore importantes, ces deux types de sources (b+ c), alimentées par des nappes libres, sont sujets à des variations de la qualité de l'eau (turbidité température...) et les risques de contamination directe ne sont pas à négliger.

- ❖ source artésienne d'émergence ou de fissure

L'eau est évacuée à l'extérieur sous la pression de la nappe. Le débit est souvent important et l'on ne constate que peu, voire pas de fluctuations saisonnières.

Ces sources sont très bien adaptées aux objectifs d'alimentation en eau potable puisque leur aquifère est bien protégé contre les contaminations par la couverture imperméable.

### ***1.4 La qualité de l'eau souterraine :***

La qualité de l'eau souterraine est l'appréciation des concentrations des différentes substances chimiques qui la composent, vis-à-vis de concentrations de référence.

Cette évaluation se fait en fonction des usages de l'eau, et pour leur usage prépondérant vis-à-vis du respect de la santé humaine, ces eaux destinées à la consommation humaine sont rassemblées sous le vocable « alimentation en eau potable ». Elles varient donc suivant l'utilisation faite de l'eau souterraine mais également suivant sa nature : on distingue la qualité de l'eau brute prise directement dans le milieu naturel de celle de l'eau traitée prélevée et stockée avant usage.

Les éléments chimiques constitutifs de l'eau souterraine peuvent être des minéraux, des molécules organiques, naturelles ou de synthèses issues de l'activité de l'homme (pression anthropique).

Les substances naturelles sont acquises par l'eau souterraine lors de son transport et de son stockage dans les roches aquifères. Cet enrichissement chimique de l'eau dépend donc directement de la géologie d'un secteur géographique. On parle alors de fond géochimique.

### I.5 L'évaluation de la qualité des eaux souterraines :

L'évaluation de l'état d'une eau souterraine, tel que défini par son état quantitatif et chimique.



Pour qu'une masse d'eau souterraine soit considérée en bon état, l'état quantitatif comme l'état chimique doivent être bons.

L'état quantitatif ne comporte que deux classes : bon et médiocre. Cette évaluation est l'expression du degré d'incidence des captages directs et indirects sur une masse d'eau souterraine.

De même, pour l'état chimique, il n'y a que deux possibilités : respect ou non respect des normes de qualité environnementales.

#### I.5.1 Les aspects quantitatifs

Le bon état est atteint si :

- les prélèvements annuels moyens ne dépassent pas, y compris à long terme, la ressource disponible de la masse d'eau souterraine ;
- les milieux naturels (écosystèmes terrestres et eaux de surface) ne sont pas affectés par les prélèvements effectués dans la nappe avec laquelle ils sont en relation ;
- la nappe n'est pas menacée par des intrusions d'eau salée.

#### I.5.2 La qualité chimique des eaux

Contrairement aux autres types de masses d'eau, le bon état qualitatif des eaux souterraines repose exclusivement sur l'état chimique de ces eaux.

La composition chimique de la masse d'eau souterraine est telle que les concentrations de polluants :

- ne montrent pas d'effets d'une invasion salée ou autre.
- ne dépassent pas les normes de qualité applicables.
- ne sont pas telles qu'elles empêcheraient d'atteindre les objectifs environnementaux pour les eaux de surface associées, entraîneraient une diminution importante de la qualité écologique ou chimique de ces masses ou occasionneraient des dommages importants aux écosystèmes terrestres qui dépendent directement de la masse d'eau souterraine .

Elle fixe ainsi les normes de qualité pour les nitrates et pesticides, impose que les Etats membres déterminent les valeurs seuils pour les autres paramètres et précise les grandes lignes méthodologiques pour l'élaboration de ces valeurs seuils, elle fixe également les principes de la méthode d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraines. Elle précise également l'identification des tendances à la hausse des concentrations de polluants et leur inversion ainsi que l'interdiction ou la limitation de l'introduction de polluants dans les eaux souterraines .

si les normes et valeurs seuils sont respectées en tout point de la masse d'eau, celle-ci est alors classée en bon état.

- ❖ si la norme de qualité ou la valeur seuil, est dépassée en un ou plusieurs points de la masse d'eau, il est possible de mener des investigations complémentaires par une méthodologie appropriée. L'enquête ainsi menée consiste en une évaluation globale de l'état de la masse d'eau à partir des données disponibles.
- ❖ Le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines s'applique à des nappes, des formations aquifères, alors que la directive s'applique à des masses d'eau. Les deux notions sont voisines mais distinctes. Il peut y avoir une masse d'eau pour plusieurs nappes (cas des nappes superposées) et une nappe pour plusieurs masses d'eau (cas des très grandes nappes dont les caractéristiques changent selon les sites).

### 1.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini quelques concepts d'eaux souterraines et de leurs types.

### II.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous étudierons également la situation géographique de la zone de Seraïdi, Les données climatiques collectées pour 2001-2011 peuvent être facilitées, mais elles sont irrégulières dans le système de précipitations et nous connaissons également le géologique de la zone d'études .

#### II.1.1 Situation géographique :

La commune de Seraïdi est située au Nord de la Wilaya d'Annaba (Nord Est de l'Algérie), sur les hauteurs du massif cristallophyllien de l'Edough à 850 mètres d'altitude et à 13,3 kilomètres d'Annaba et s'étend sur une superficie de 138 km<sup>2</sup>, Entre les latitudes 36 ° 55'00" Nord et les longitudes 7 ° 40'00" Est. Elle est limitée au nord par la Mer Méditerranée, au Sud par la commune d'El Bouni, à l'Est par la commune d'Annaba et à l'Ouest par la commune de l'Oued El Aneb.



### II.1.2. ETUDE HYDROCLIMATOLOGIQUE

Les caractéristiques du climat ont une influence remarquable sur la formation et l'évolution des sols et de la couverture végétale, tout comme sur l'intensité de l'érosion hydrique là où le ruissellement s'instaure. Les précipitations activent les phénomènes d'altération des roches et des sols. De par la situation géographique de l'aire d'étude, l'impact du facteur température sur l'érodibilité est moindre que celui des précipitations. « La pluie est le principal facteur de l'érosion hydrique, et son éros vite dépend essentiellement de sa hauteur et de son intensité »

Des données climatiques recueillies pour la période 2001-2011, il est aisément déduit le caractère relativement abondant mais très irrégulier du régime pluviométrique.

#### II.1.2.1. Station de mesure :

Pour étudier les variations des caractéristiques climatiques de la région de S'eraïli dans le temps, nous avons pris en considération les données de précipitations et de températures de la station de S'eraïli durant la période allant de 2001 à 2011. Les coordonnées sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II.1:** Coordonnées géographiques de la station météorologique de seraïdi

Coordonnées de la station	Code	Long	Lat	Altitude (m)	Période d'observation
S'eraïli	31402	07°41'E	36°55'N	870.0	2001-2011

#### II.1.2.2. Facteur Climatique :

Faisant partie de la chaîne du littoral, le massif de l'Edough est soumis au climat type méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes : la saison humide et la saison sèche.

Les contrastes géomorphologiques font que les précipitations atmosphériques (P), la température (T), l'évapotranspiration (ETP) et l'infiltration (I), sont les principaux facteurs climatiques ayant une influence sur le régime hydrologique de la région.

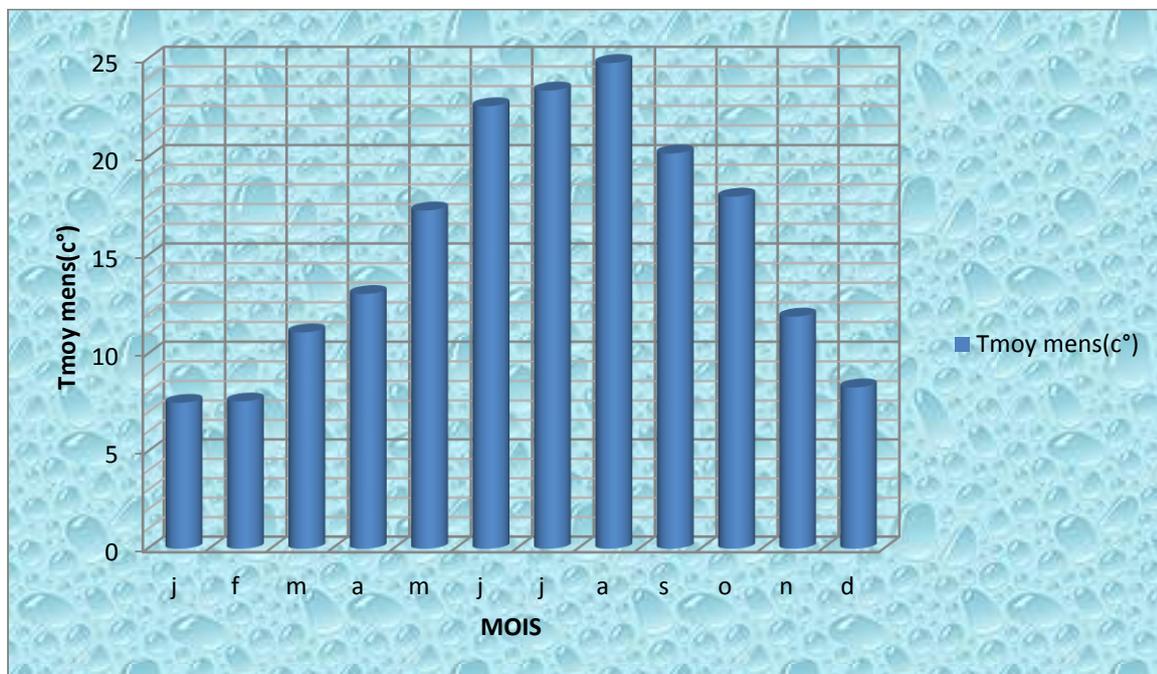
### II.1.2.3. Éléments de la climatologie générale

#### a) La Température :

La température est un facteur très important régissant le phénomène d'évapotranspiration et le déficit d'écoulement annuel et saisonnier.

**Tableau II.2 :** donne la répartition mensuelle des températures moyennes recueillies à la station météorologique de Séraïdi durant une période de 10 ans (2001-2011).

Mois	J	f	m	A	m	J	j	A	s	o	n	d
Moy mens	7.51	7.58	11.1	13.05	17.3	22.6	23.4	24.8	20.2	18.0	11.9	8.3



**Figure II.2 :** l'histogramme des températures moyennes mensuelles(c°) station Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

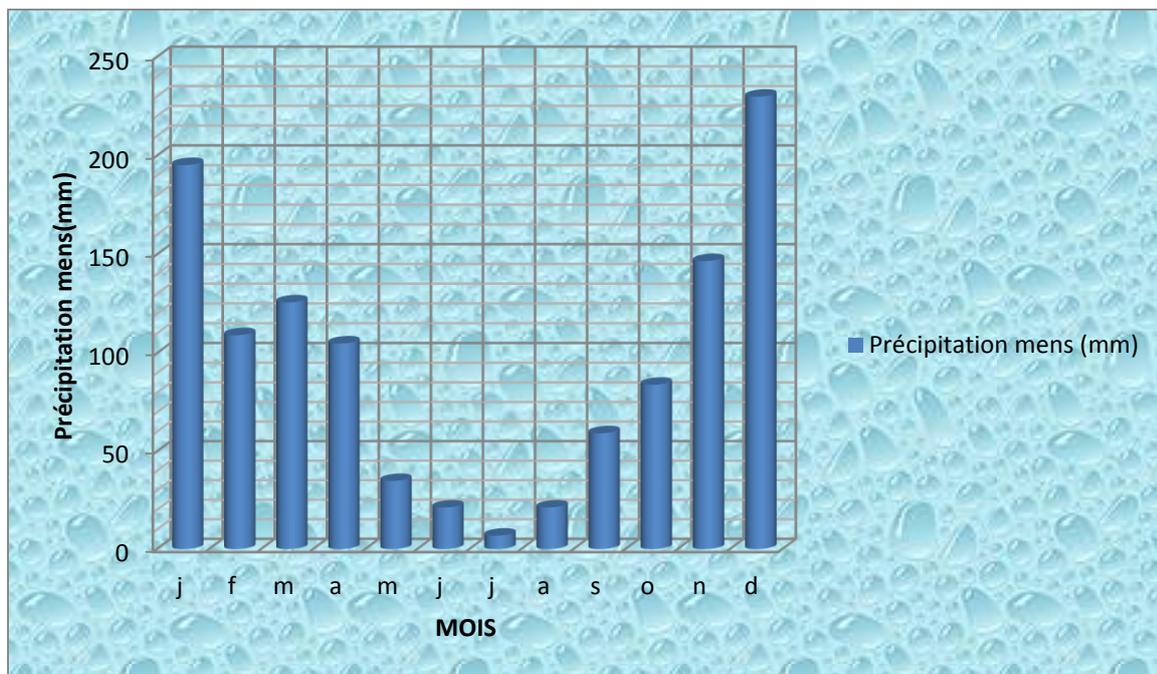
D'après l'histogramme des températures moyennes mensuelles (Figure I.2), montre la variation des températures de 2001 à 2011. On remarque une température minimale au mois de janvier (7,51°C) et une maximale au mois d'Aout (24,8°C).

### b) Les précipitations :

La pluie est un facteur très important à l'étude climatologique conditionnant l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau ainsi que celui des sources. Les données recueillies à la station de Séraïdi sur une période de 10 ans (2001-2011) sont données par le tableau suivant.

**Tableau II.3 :** Précipitations mensuelles (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Mois	j	f	m	A	m	j	j	a	s	o	n	D
Moy mens	195.3	109.2	125.8	105	34.9	21.3	6.9	21.3	59.3	84.09	146.7	229.9



**Figure II.3 :** l'histogramme Précipitations mensuelles (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Ce figure I.3 montre que la variation des précipitations est importante d'un mois à un autre. Les mois de décembre et janvier sont les mois où on enregistre le maximum des précipitations (jusqu' à 229,9 mm), le minimum est enregistré au mois de Juillet (6,90 mm).

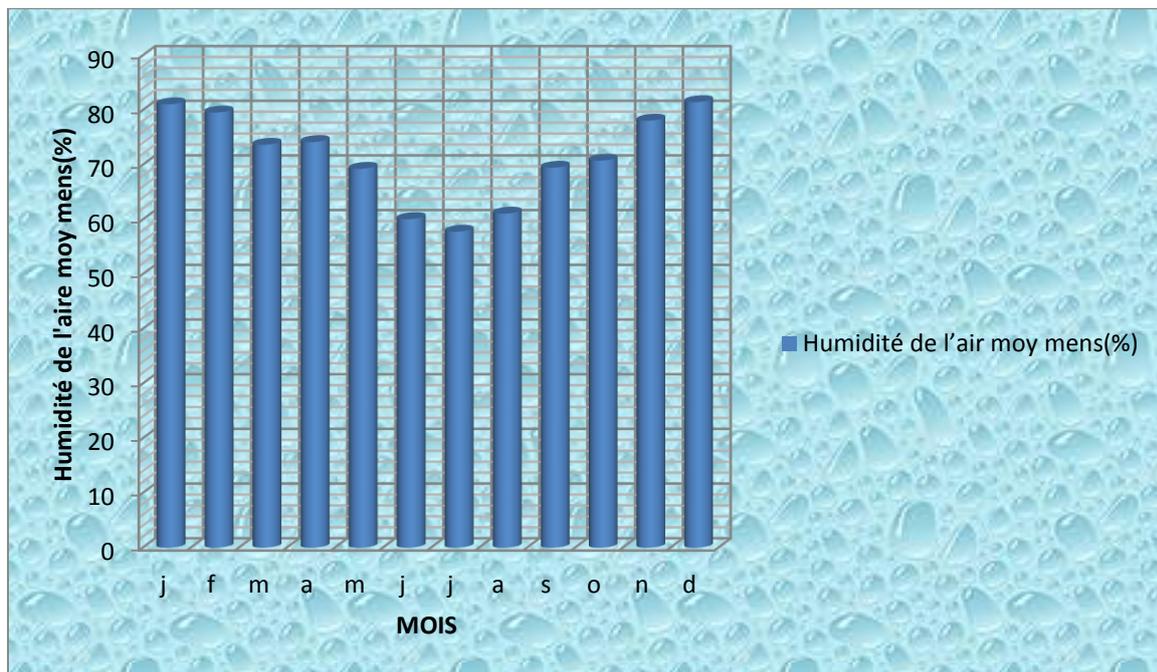
### c) Humidité érelative :

L'humidité de l'air moyenne mensuelle enregistrée au niveau de la station météorologique de Séraïdi durant la période (2001-2011).

**Tableau II.4 :** Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle en (%)

Mois	j	f	M	a	m	j	j	a	s	o	n	D
Moy. mens	81,1	79,6	73,7	74,2	69,3	60,1	57,8	61,1	69,5	70,8	78,1	81,5

de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)



**Figure II.4 :** l'histogramme Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle en (%) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

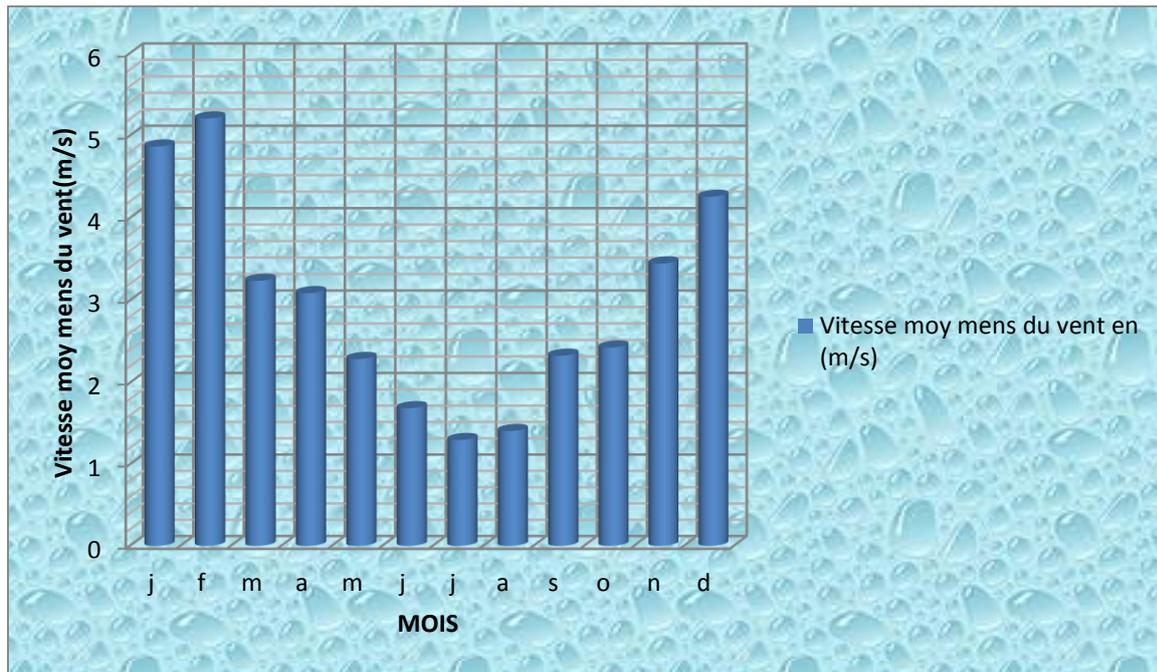
Le mois le plus sec de l'année est juillet avec l'humidité relative moyenne de l'air égale à 57,8 %, les mois les plus humides sont décembre et janvier dont l'humidité relative varie dans les limites de 81,10 à 81,50 %.

### d) Les vents :

Le vent est l'un des éléments les plus déterminants des régimes pluvieux, de l'évaporation et par conséquent du climat. D'après les données de la station météorologique de Séraïdi, les vents dominants sont du Nord au Sud. Pour caractériser le régime des vents nous avons dépouillé les données de la station météorologique de Séraïdi.

**Tableau II.5 :** Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Mois	j	F	m	a	m	j	j	a	s	o	n	D
Moy mens	4,87	5,21	3,24	3,09	2,29	1,69	1,3	1,41	2,33	2,43	3,45	4,26



**Figure II.5 :** l'histogramme Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

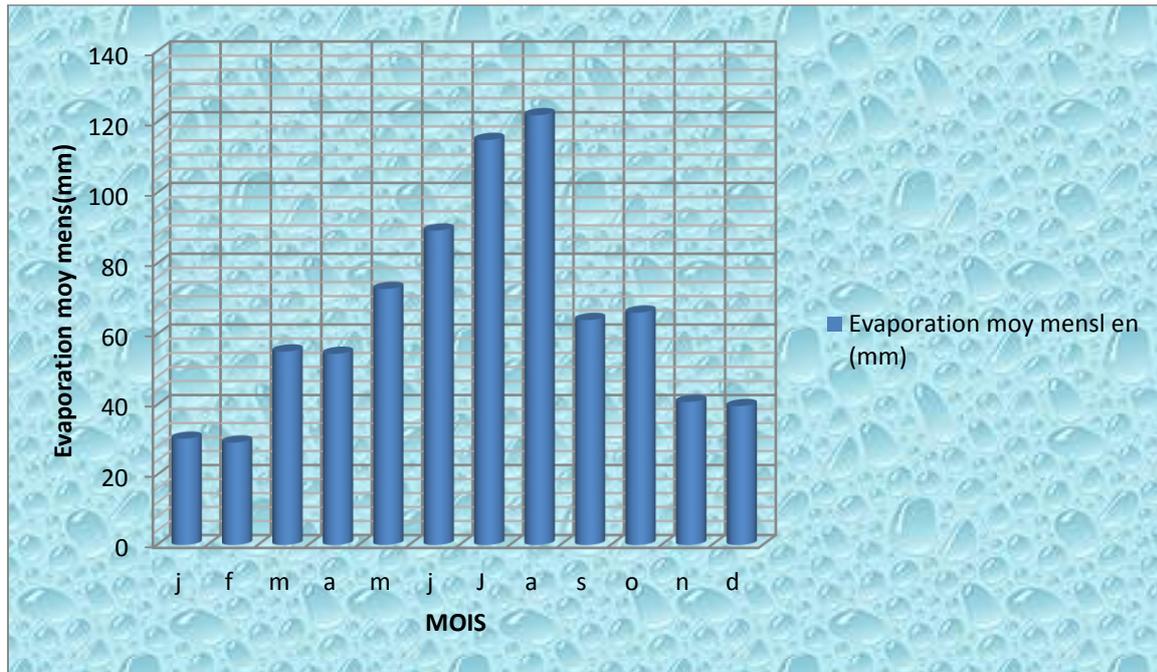
La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1,30 m/s (Juillet), celle moyenne mensuelle maximale atteint 5,21 m/s (Février).

### *e) Evaporation du plan d'eau :*

C'est la quantité d'eau évaporée ou transpirée par le sol, et les végétaux. Voici des valeurs de l'évaporation du plan d'eau d'après la station météorologique de Séraïdi (en millimètre).

**Tableau II.6 :** Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Mois	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	D
Moy mens	30,4	29,3	55,2	54,56	72,9	89,4	115	122	64,1	66,2	40,9	39,7



**Figure II.6 :** l'histogramme Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

La grande quantité d'eau évaporée est enregistrée au mois d'Aout (122 mm), et on remarque que la quantité d'eau évaporée est diminuée au mois de Février (29,3mm).

### II.1.3 Aperçu Hydrogéologie

#### II.1.3.1 Réseaux hydrographique

S'élevant à 1008 m, Djebel d'Edough constitue le point culminant de ce massif montagneux et presque escarpé sur tout son versant Nord. Les principales lignes de crête ont une orientation générale Est-Ouest, mais le réseau hydrographique danse conjugué à l'irrégularité du relief donne un terrain accidenté. L'altitude décline d'Est en Ouest en ayant comme repère le point 1008 m ou culmine le massif.

Par ailleurs, le réseau hydrographique très dense et très ramifié, est caractérisé par des cours d'eau se justifie par la pluviométrie importante que reçoit cette zone (DGRF, 2006).

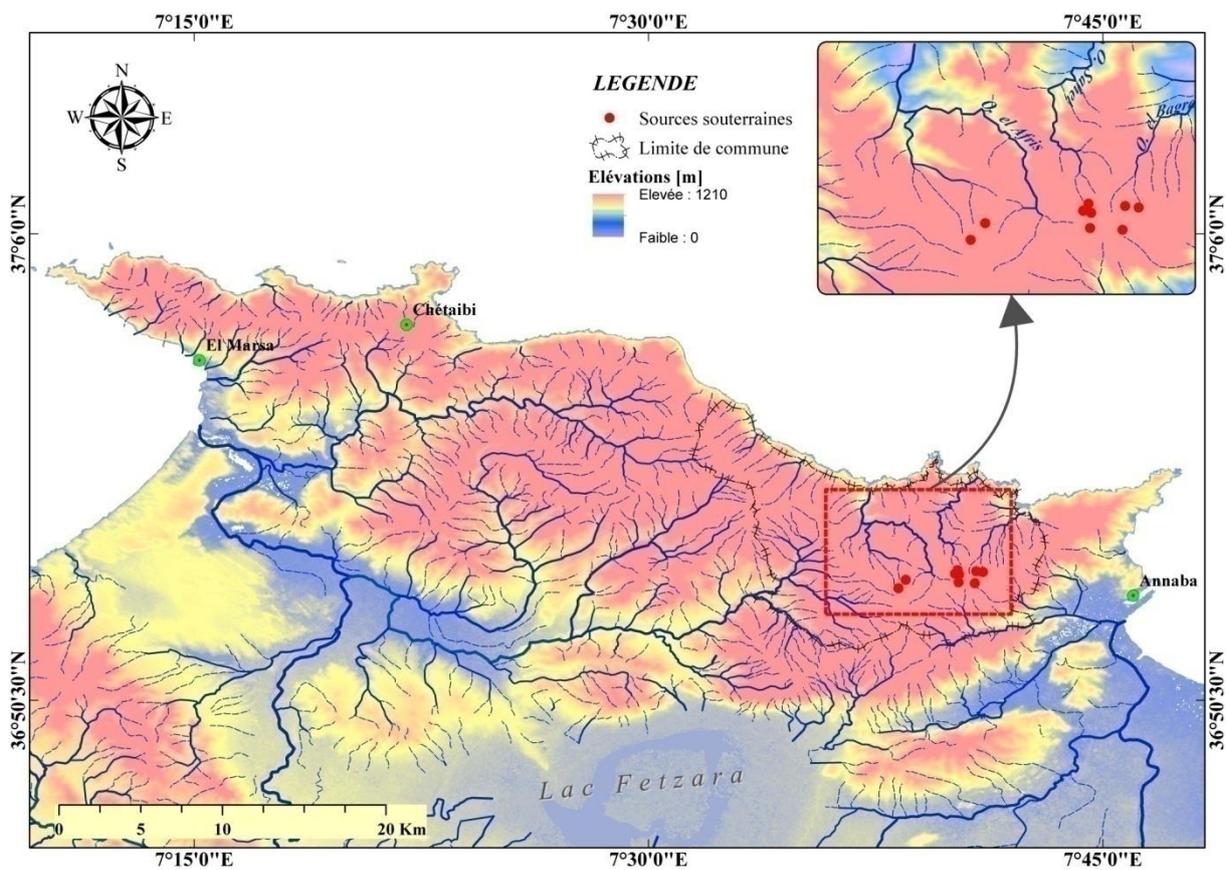


Figure II.7 : Carte hydrographique de seraidi

### *II.1.4 Aperçu géologique*

#### *II.1.4.1 Le massif de l'Edough :*

Le massif de l'Edough constitue le noyau cristallin le plus oriental des Maghrébides, segment africain de la chaîne alpine bordant la méditerranée occidentale. Il fait l'objet de plusieurs études géologiques. Ce massif cristallophyllien est considéré par plusieurs auteurs comme un massif externe à caractère africain, ou comme partie des zones internes de la chaîne alpine de l'Afrique du nord. Ce massif est constitué essentiellement par un socle métamorphique polycyclique recouvert par une couverture tectonique méso-cénozoïque et recoupé par des roches magmatiques diverses.

#### *II.1.4.2 Description lithologique :*

Le cœur de l'antiforme de l'Edough est constitué essentiellement par la superposition tectonique, observée à l'Est du massif, de deux unités principales : l'unité inférieure est composée de gneiss fortement foliés, d'âge Précambrien (Pan-Africain) et l'unité supérieure constituée de micaschistes du Paléozoïque. Des niveaux de marbre, d'amphibolites et de roches ultrabasiqes sont également associés à ces deux unités.

##### *a) Les Gneiss :*

Les gneiss à biotite qui forment le cœur de l'antiforme sont des roches fortement foliées et plissées et sont composés principalement par une variété d'ouillage étroitement associée à de nombreux niveaux de ptynitiques (quelques centimètres à une dizaine de mètres d'épaisseur) riche en tourmaline et autre variété plus ou moins migmatique.

##### *b) Les micaschistes :*

Ils sont constitués de deux ensembles principaux :

L'ensemble inférieur, qui repose directement sur les gneiss, est souvent caractérisé par la présence de niveaux plus ou moins lenticulaires de marbre d'épaisseur très variable (quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres).

L'ensemble supérieur est constitué par une série dite « des alternances », surmonté par une unité épimétamorphique.

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

2018

### *c) Les roches métabasiques :*

Les roches métamorphiques basiques du massif de l'Edough se trouvent généralement dans la partie supérieure des gneiss et au niveau des micaschistes. Elles comprennent des amphiboles, des pyroxènes, des péridotites, des métagabros, etc.... ; le volume le plus important desquelles est celui des amphiboles de Kef Lakhal (La Voile Noire).

### *d) La couverture sédimentaire :*

Elle comprend la nappe de flyschs crétacés et la nappe de flyschs numidiens. Les flyschs crétacés affleurent en fenêtre sous la nappe numidienne et occupent la région d'Ain Barbar et El-Mellaha.

### *e) Le magmatisme tertiaire :*

Le magmatisme tertiaire de l'Edough est représenté par des leucogranites et aplo-pegmatites d'âge Burdigalien et des microgranites et rhyolites d'âge Langhien. Les leucogranites et aplo-pegmatites se rencontrent souvent dans le socle de l'Edough, et sont spatialement associées à des complexes pegmatites.

Dans le massif de l'Edough, les produits de ce magmatisme scellent les grands accidents et les contacts tectoniques plus particulièrement les contacts socle-couverture.

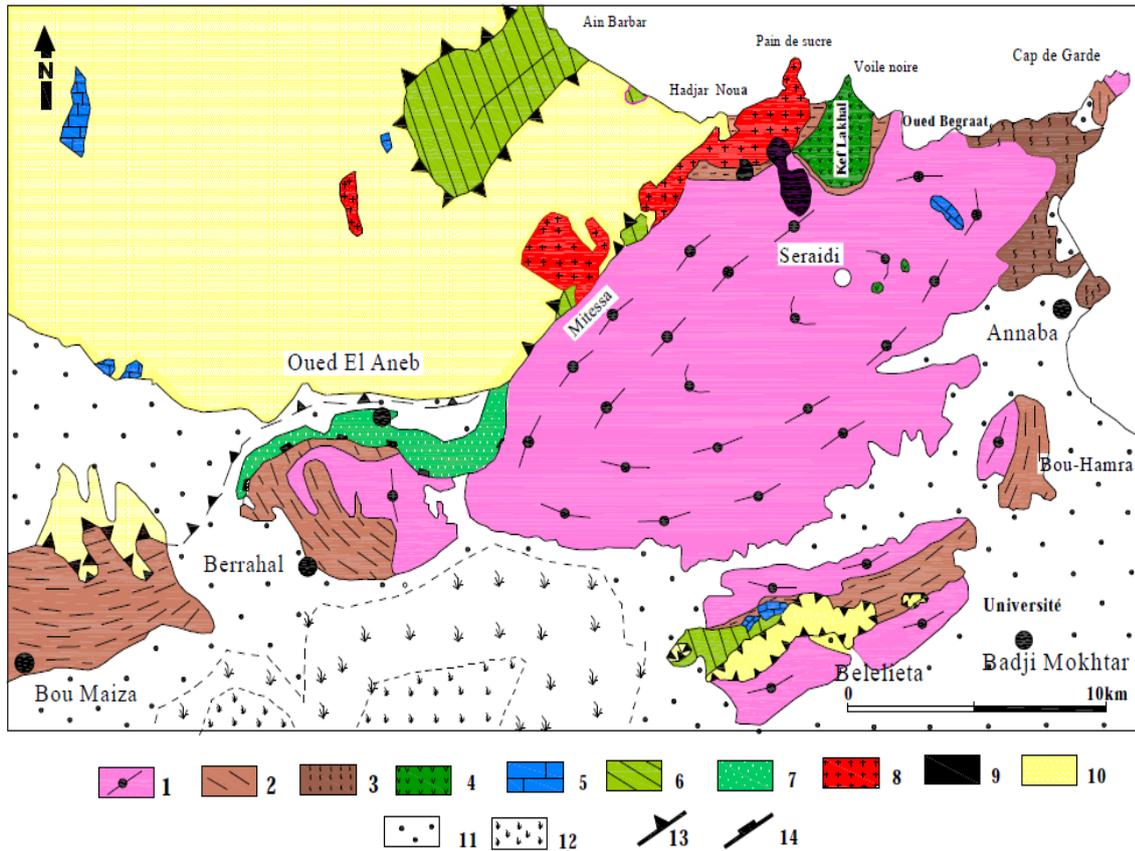


Figure II.8 : Carte géologique schématique du massif de l'Edough

- 1- Gneiss                      2- Micaschistes et marbres                      3- Alternances de micaschistes
- 4- Amphibolites    5- Calcaire jurassique épi m étamorphique    6- Marnes schistosés
- 7- S éricitoschistes, marbres                      8- Granites intrusifs                      9- Rhyolites
- 10- Flysch allochtones (nappe numidienne avec à la base des argiles à *Tubotomaculum*)
- 11- Quaternaire                      12- Mar écages    13- Chevauchement    14- Contact soustractif

### II.1.4.4. CONCLUSION :

- ❖ L'analyse des données climatiques de la station météorologiques de S é r a ï l i nous a permis d'attribuer à la région d'étude un climat :

La région d'étude reçoit des précipitations moyennes mensuelles de l'ordre de 229,9mm (décembre) et une température moyenne mensuelles de l'ordre de 24,8 °C(Aout).

- ❖ D'après les études géologiques du massif de L'Edough on déduit :

Le massif de l'Edough, qui est considéré souvent comme étant la continuité des massifs internes kabyles de la chaîne des maghrebides, formé d'un socle Cristallophyllien et d'une couverture sédimentaire. L'étude géologique de la région d'étude a montré les affleurements de terrains métamorphiques, des roches éruptives (gneiss, schistes, micaschistes, cipolins, marnes et marno-calcaires) et des formations Mio-Pliocène et du Quaternaire. Elles constituent des réservoirs d'eau pour l'alimentation pour les nappes de la région. Dans le massif de l'Edough, les sources naissent à la faveur des failles, liées à la tectonique cassante.

## III.2 Introduction :

La réalisation de ce travail demande un matériel approprié et une méthodologie stricte et rigoureusement menée tant au niveau de l'évaluation de leurs débits que pour l'étude de la caractérisation hydro chimique des eaux des sources .dans ce chapitre, nous allons présenter les différentes méthodes utilisés dans la réalisation de cette étude.

### III.2.1 Situation des sources d'étudiées :

Au début de l'étude, une quinzaine de source répartie le long de l'axe seraidi –bouzizi, ont été repérées mais seulement neuf ont été retenus, les coordonnées, relevés sont donnés au tableau ci-dessous.

**Tableau III.1 : situation des sources d'étudiées de Séraidi**

Nom de source	code	Altitude(m)	Lambert (km)		G ó (deg-min-sec)	
			x	y		
Ain Bendjballah	AB	795	942	412.5	36 °54'42.3"	7 °40'7.28"
Ain Bouhdada	AB	816	942.8	412.0	36 °54'24.9"	7 °40'14.3"
El Ancer	EA	829	943.7	412.7	36 °54'47"	7 °40'49.2"
Ain Chifa	AC	795	944.0	412.7	36 °54'45.6"	7 °41'2.7"
Parc Au Jeux	PAJ	837	942.8	412.5	36 °54'40.3"	7 °40'15.3"
Ain Mohkim	AM	782	943.6	412.0	36 °54'23.2"	7 °40'46.5"
Ain Achour	AA	813	942.8	412.7	36 °54'49.4"	7 °40'12.6"
Allali HOCINE	AH	926	949.2	412.8	36 °54'31.18"	7 °38'15.11"
Ain Mzata	AM	669	947.4	412.6	36 °54'29.91"	7 °38'29.63"

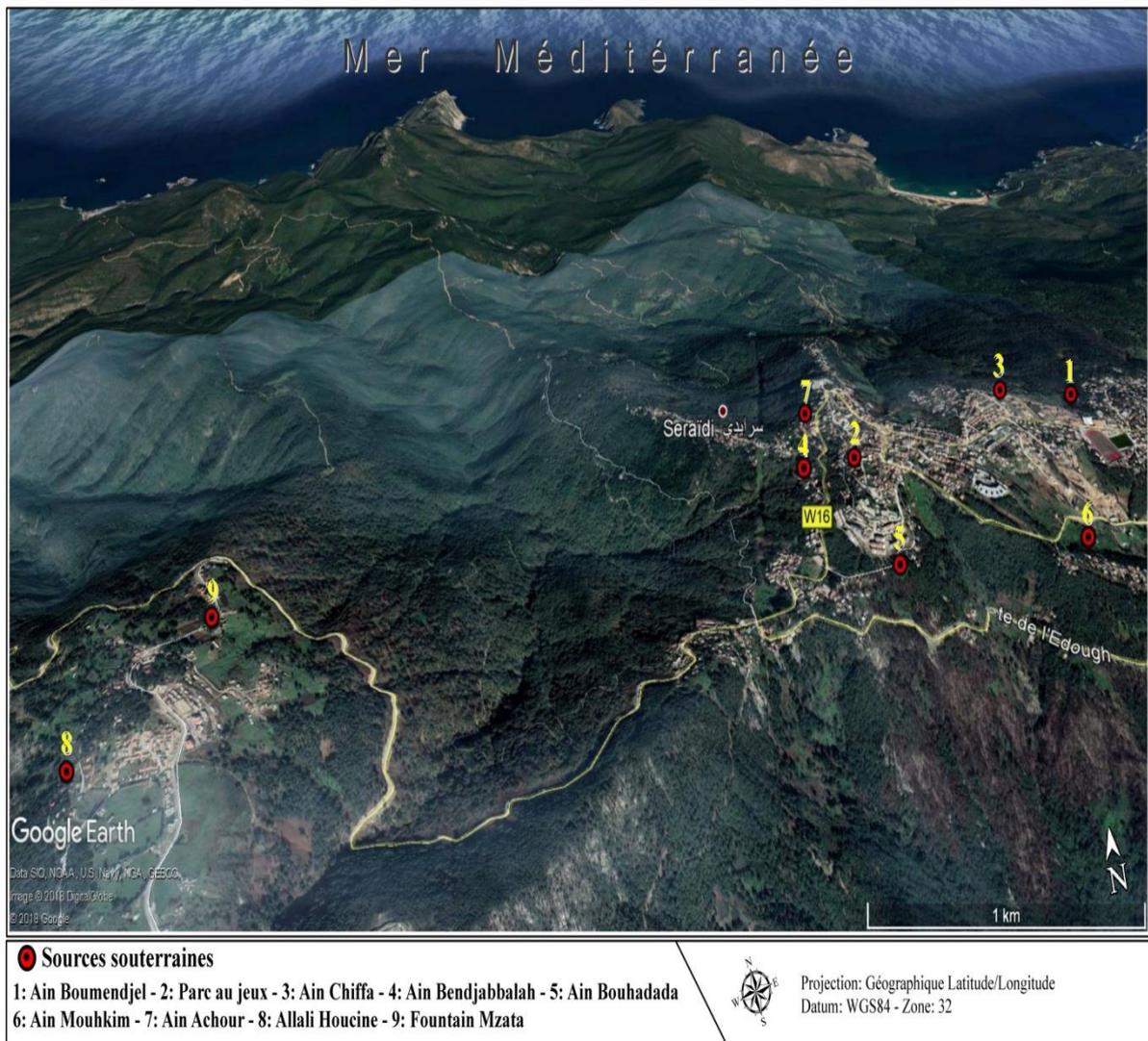


Figure III.1 : localisation des sources d'étudiées dans Séraïdi sur Google earth

### III.2.2 Mesure des débits

Pour étudier les débits des sources (El Ancer, Parc Au Jeux, Ain El Chifa, Ain Bendjaballah, Ain Bouhadadda, Ain Mouhkim, Ain Achour, Alali Hocine, Mzata) de la région de Sétif, nous avons utilisé la méthode classique : dépend de mesures des débits de chacune à l'aide d'un chronomètre (pour mesurer le temps) et un verre gradué (pour mesurer le volume), cette méthode consiste à mesurer le temps de remplissage d'un volume donné à l'aide d'un chronomètre. Cette méthode s'applique bien aux petits débits (quelques litres par seconde) et aux petites sections. La méthode doit être répétée au moins trois fois. Si l'on obtient le même ordre de grandeur les trois fois, on fait la moyenne des trois mesures et on utilise la formule  $Q=V/T$ . Cette méthode est simple, rapide et peu coûteuse ;

Le débit instantané est le volume d'eau passant à travers la section d'un cours d'eau pendant une unité de temps

- $Q$  débit (en  $m^3/s$ )
- $V$  volume (en  $m^3$ )
- $T$  temps (en  $S$ )

Les débits faibles peuvent être exprimés en litre par seconde (l/s) ou en mètres cubes par heure ( $m^3/h$ ).

### III.2.3 Matériel :

un chronomètre  
un verre gradué



**Figure III.2 :** Quelques photos dans la m éthode de travail pour expliquer les mesures de d ébit

*Les analyses physico chimiques:*

Les analyses ont é tées effectu ées au sein du laboratoire de l'alg érienne des eaux en date du 29 /01/2018

**III.3 Traitement des donn ées :**

Pour interpr éter les donn ées nous avons utilis é le logiciel Aquachem.

**III .3.1 Pr ésentation du logiciel Aquachem**

Le logiciel, d évelopp é par Schlumberger Water Services et distribu é en exclusivit é par SDEC France permet de :

- G érer et interpr éter les donn ées de qualit é des eaux.
- D'en faire rapidement une pr ésentation claire et efficace en utilisant les graphiques sp écifiques à la chimie et à la g éochimie, ainsi que des cartes d étaill ées.

### III.3.2 Type de graphique

Type de graphique : Diagramme ternaire, Durov, Pie, Piper, Radial, Schoeller, Stiff,

### III.3.3 d éfinition quelque graphes :

#### III.3.3.1 Diagramme de Piper

Le diagramme de Piper utilise les é éléments majeurs pour représenter les différents facies des eaux souterraines permet également de voir l'évolution d'une eau, passant d'un facies a un autre, grâce à des analyses espacées dans le temps ou des analyses d'échantillons a des endroits différents Le diagramme de Piper est très utile pour représenter toutes autres sortes de groupes d'analyses. Le diagramme de Piper est composé de deux triangles et un losange Les deux triangles (un triangle portant les cations et un autre les anions) sont d'abord remplis puis ensuite le losange. Les valeurs utilisés sont exprimés en % .meq.L<sup>-1</sup>.

#### III.3.3.2 Diagramme de Scho ëler

Le diagramme de Scho ëler permet entre autres de reconnaître simplement le faciès d'une eau souterraine, en utilisant les concentrations des éléments majeurs et en les reportant sur un graphique en colonnes à échelles logarithmiques.

#### III.3.3.3 Durov :

Le graphique de Durov trilineaire est basé sur le pourcentage de milliéquivalents ioniques majeurs. Les valeurs des cations et des anions sont tracées sur deux diagrammes triangulaires séparés et les points de données sont projetés sur une grille carrée à la base de chaque triangle. En outre, le diagramme de Durov permet la comparaison directe de deux autres paramètres de l'eau souterraine, généralement le pH et le total des solides dissous (SDT). Le tracé de Durov est une alternative au tracé de Piper qui est décrit dans ce chapitre.

Puisque les points de données sont projetés le long de la base du triangle, qui est perpendiculaire au troisième axe dans chaque triangle, les informations sur la concentration de l'élément sommet (le troisième élément) sont perdues dans la grille carrée. Changer l'orientation des paramètres dans les deux triangles peut améliorer la capacité à détecter des groupes distincts.

### III.3.3.4 Trac éternaire :

Le trac éternaire est utilis é pour d éterminer la relation entre les concentrations de trois param ètres diff érents dans plusieurs échantillons. Comme les courbes de Piper et de Durov, la courbe du diagramme Ternaire affiche les concentrations relatives de chaque param ètre par rapport à la somme des concentrations de chaque param ètre. Chaque sommet du trac éternaire repr ésente une concentration relative de 100% pour le param ètre au sommet respectif, tandis que la base repr ésente une concentration relative de 0% pour le param ètre trac é au sommet oppos é

### III.3.3.5 Diagramme de STIFF :

Le diagramme de Stiff appartient au groupe de motifs. Il est construit en traçant les milli équivalents par litre de trois anions ou plus et de trois cations ou plus. Les parcelles peuvent être utilis ées pour évaluer l'évolution de la qualité de l'eau en un seul endroit sur une période donnée, ou pour évaluer l'évolution de la qualité de l'eau lorsque l'eau traverse différentes formations géologiques ou différentes conditions de subsurface.

### III.3.3.6 le diagramme de dispersion:

Les parcelles X-Y du nuage de point constituent l'approche la plus simple et la plus populaire pour interpréter les données hydrochimiques. Le diagramme de dispersion montre des effets tels que la corrélation de param ètres ou le regroupement d'échantillons de manière très intuitive.

### III.3.3.7 Le trac éRadial :

Le graphique radial est utilis é pour comparer plusieurs valeurs de param ètres pour un seul échantillon et pour comparer les ratios de ces valeurs pour de nombreux échantillons diff érents. Les diagrammes radiaux peuvent être utilis ées pour évaluer la variation de la qualité de l'eau en un seul endroit sur une période donnée, ou ils peuvent être utilis ées pour évaluer la qualité de l'eau lorsque l'eau traverse différentes formations géologiques ou différentes conditions souterraines.

### III.3.3.8 Diagramme de pie :

Le cercle int érieur est utilis é pour repr ésentier la concentration d'un seul param ètre (ou d'un ensemble de param ètres) qui n'est pas inclus dans les param ètres du graphique à secteurs. Vous pouvez s électionner n'importe quel param ètre chimique ou physique qui r év èle les informations les plus compl ètes sur l'échantillon. Par exemple, vous pouvez afficher la concentration de CO<sub>2</sub> ou de SiO<sub>2</sub> pour l'échantillon s électionné Tapez un param ètre valide dans le domaine relatif pour cr éer un cercle interne dans le graphique à secteurs. Tapez une valeur maximale dans le champ ci-dessous (ou utilisez la valeur par d éfaut). Si de nombreuses cartes circulaires sont cr éées, il est recommand é de choisir entre 3 et 4 fois la valeur moyenne du param ètre interne comme valeur maximale. Toutes les valeurs sup érieures ou égales à la valeur maximale sont affich ées avec le diam ètre maximal. Dans le cercle, il y aura un rayon entre z éro et un rayon sp écifi é (R).

### III.3.4 Utilisation de logiciel aquachem :

- nous ouvrons une ic ône de aquachem



Figure III.3 : icône logiciel aquachem

Lors du chargement d'AquaChem pour la premi ère fois, une bo îte de dialogue Ouvrir une base de donn ées appara ît. On a la possibilit é de charger le projet Demo.AQC ou de cr éer un nouveau projet. Pour cr éer un nouveau projet, appuyez sur [Annuler] lorsque cette bo îte de dialogue appara ît.

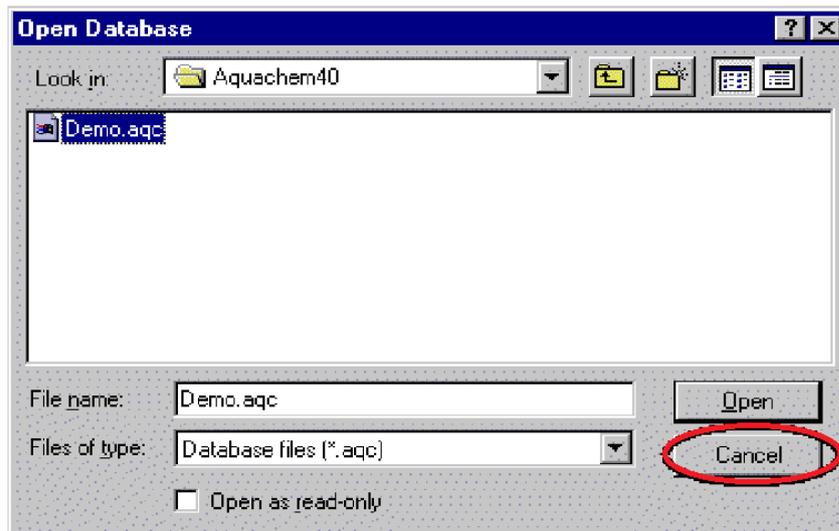


Figure III.4 : base de données ouverte

Après avoir appuyé sur [Annuler], une fenêtre AquaChem vierge s'affiche indiquant qu'aucune base de données n'est chargée.

Pour créer une nouvelle base de données:

- Sélectionnez Fichier dans le menu principal (file), puis sélectionnez Nouveau (new). Une boîte de dialogue Nouvelle base de données apparaîtra comme ci-dessous.

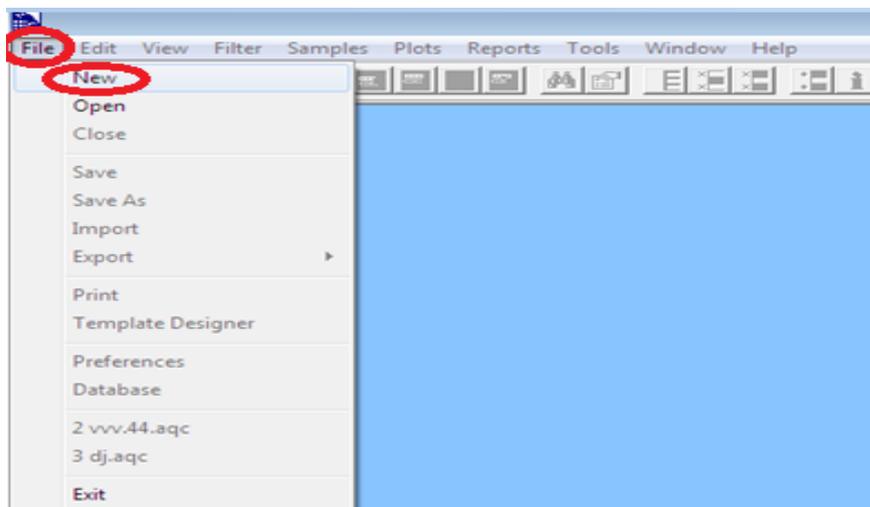
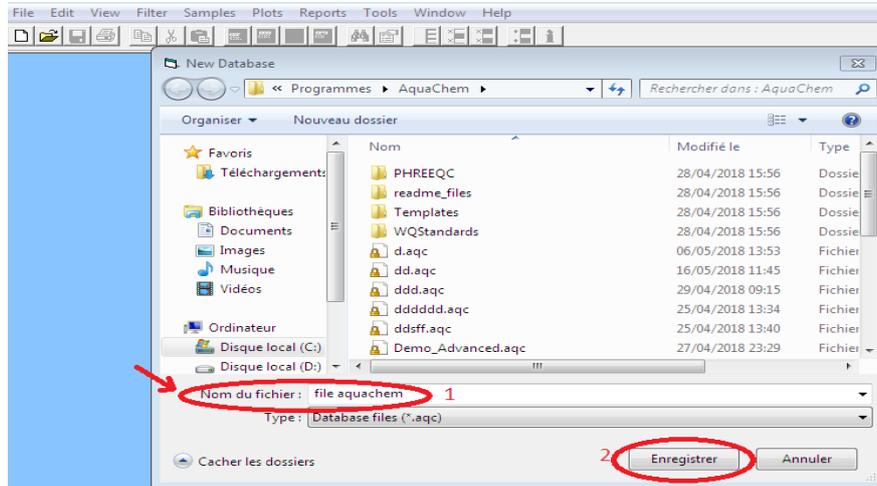


Figure III.5 : capture ouverture d'aquachem

- Naviguez jusqu'au dossier approprié (le dossier par défaut sera votre dossier d'installation AquaChem40, C: \ AquaChem40).

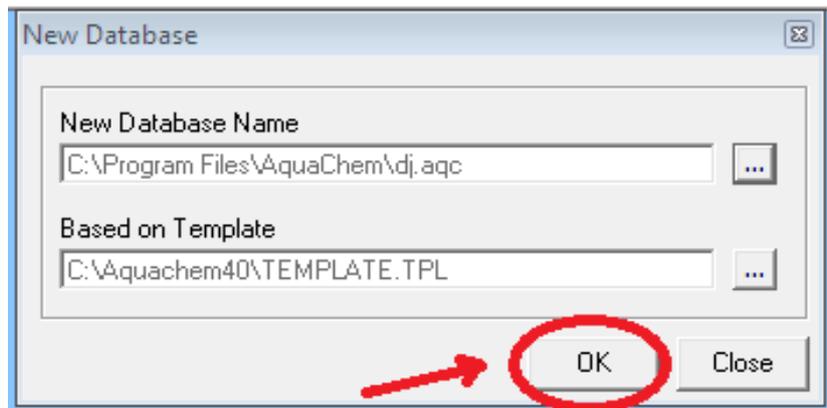
### Chapitre III : Matériels et méthodes

- Entrez le nom de la nouvelle base de données et cliquez sur [Enregistrer]. (Pour cette démonstration, le fichier s'appellera Sample.aqc).
- Vous verrez alors le dialogue de confirmation New Database suivant.



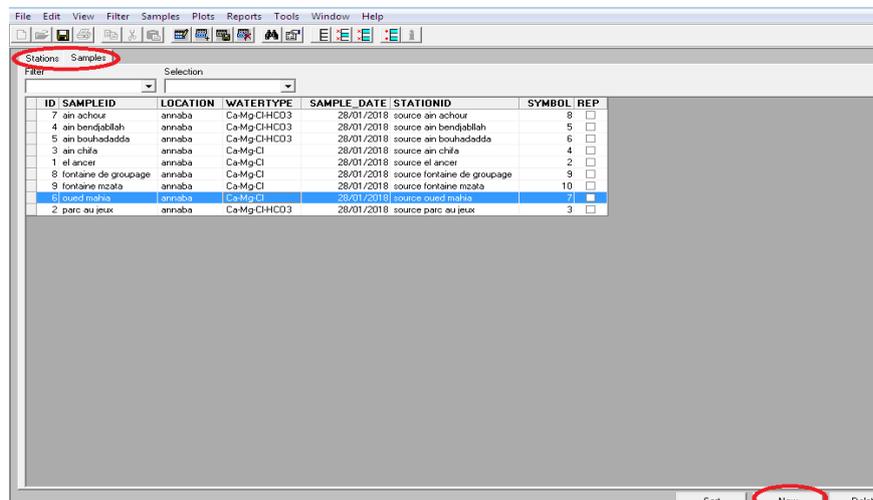
**Figure III.6** : image pour la fenêtre de base de données

- Sous le champ Nouveau nom de la base de données, dans le champ Basé sur le modèle, on doit spécifier un fichier de modèle de base de données à utiliser pour la création de la base de données. Pour un nouvel utilisateur d'AquaChem, il est recommandé d'utiliser le fichier Template.TPL comme modèle de départ pour la base de données (valeur par défaut). Après avoir acquis plus d'expérience avec le programme, on peut créer de nouveaux modèles et les utiliser pour les futures bases de données.
- Cliquez sur [OK] pour finir d'entrer le nom de la base de données (.AQC) et le modèle (.TPL).



**Figure III.7:** la base de données (.AQC) et le modèle (.TPL).

Il est recommandé que les noms de fichiers de base de données contiennent uniquement une combinaison de lettres et de chiffres. Le nom du fichier et le chemin du répertoire ne doivent PAS contenir d'espaces, d'accents ou d'autres caractères. AquaChem créera alors automatiquement un fichier de base de données vide en utilisant le fichier de modèle de base de données associé contenant la structure de données pour chaque enregistrement dans la base de données. Une base de données vide est montré ci-dessous:



**Figure III .8 :** Stations et échantillons

À ce stade, vous pouvez maintenant commencer à entrer les données d'échantillon dans la base de données. On a deux options pour la saisie de données:

- Les données peuvent être saisies manuellement; ou

• Les données peuvent être importées à partir d'un fichier texte. L'option la plus pratique pour les grands ensembles de données consiste à importer les données à partir d'un fichier texte. Lors de la saisie des données manuellement, il faut créer au moins une station, de sorte que une station préexistante à affecter aux échantillons. Si les données sont importées, les données de la station peuvent être importées en même temps que la date d'échantillonnage.

Avant de procéder à l'importation, on doit assurer que le fichier source contenant les données d'analyse d'eau est correctement formaté

Par exemple source ain achour :

Parameter	Unit	Value
Station ID		source ain achour
Station Name		ain achour
Location		annaba
Geology		gneisse
Lithology		
X coordinate	m	
Y coordinate	m	
Elevation	m(asl)	
Well Depth		

**Figure III.9:**exemple Comment insérer source Ain Achour (station)

A la fin on sauvegarde pour enregistrer les informations .



**Figure III .10 :** image enregistré et fermer

En suite on revient à la fenêtre échantillon et on refait la m ême op ération pour les stations restantes

Parameter	Value
Station ID	source ain achour
Sample ID	ain achour
Sampling Date	28/01/2018
Analysis Date	29/01/2018
Project	

Sample is representative for this site

Measured | Calculated | Modeled | Description | Station

Parameter Group <all>

Parameter	Unit	Value
Water Table Elevation	m(asl)	
pH		6,00
Eh	mV	
El. Conductivity	uS/cm	408,00
Temperature	°C	15,0
Flow Rate	gpm	
Density	g/cm3	
Depth of Sampling poin	m	
Dissolved Oxygen	mg/l	
Measured Hardness	mg/l	
Measured Alkalinity	mg/l	
Total Dissolved Solids	mg/l	
Total Suspended Solids	mg/l	
Total Organic Carbon	mg/l	
Li	mg/l	
Na	mg/l	
K	mg/l	
Ca	mg/l	25,00
Mg	mg/l	10,00
Fe	mg/l	0,00

Figure III.11 : exemple Comment ins érer Les d étails de l' échantillon Ain Achour

Les tableaux suivants s'affichent:

Pour les stations :

ID	STATIONID	LOCATION	GEOLOGY
7	source ain achour	annaba	gneisse
4	source ain bendjabllah	annaba	gneisse
5	source ain bouhadadda	annaba	gneisse
3	source ain chifa	annaba	gneisse
1	source el ancer	annaba	gneisse
8	source fontaine de groupage	annaba	gneisse
9	source fontaine mzata	annaba	gneisse
6	source oued mahia	annaba	gneisse
2	source parc au jeux	annaba	gneisse

Figure III 12 : l'identifiant de la station.

Et pour Échantillon :

ID	SAMPLEID	LOCATION	WATERTYPE	SAMPLE_DATE	STATIONID	SYMBOL	REP
7	ain achour	annaba	Ca-Mg-Cl-HCO3	28/01/2018	source ain achour	8	<input type="checkbox"/>
4	ain bendjabllah	annaba	Ca-Mg-Cl-HCO3	28/01/2018	source ain bendjabllah	5	<input type="checkbox"/>
5	ain bouhadadda	annaba	Ca-Mg-Cl-HCO3	28/01/2018	source ain bouhadadda	6	<input type="checkbox"/>
3	ain chifa	annaba	Ca-Mg-Cl	28/01/2018	source ain chifa	4	<input type="checkbox"/>
1	el ancer	annaba	Ca-Mg-Cl	28/01/2018	source el ancer	2	<input type="checkbox"/>
8	fontaine de groupage	annaba	Ca-Mg-Cl	28/01/2018	source fontaine de groupage	9	<input type="checkbox"/>
9	fontaine mzata	annaba	Ca-Mg-Cl	28/01/2018	source fontaine mzata	10	<input type="checkbox"/>
6	oued mahia	annaba	Ca-Mg-Cl	28/01/2018	source oued mahia	7	<input type="checkbox"/>
2	parc au jeux	annaba	Ca-Mg-Cl-HCO3	28/01/2018	source parc au jeux	3	<input type="checkbox"/>

Figure III 13 : l'identifiant d'Échantillon

L' étape suivante pour d éfinir pour chaque source par un symbole :

- 1/Cliquer ( samples)
- 2/ assign symbole

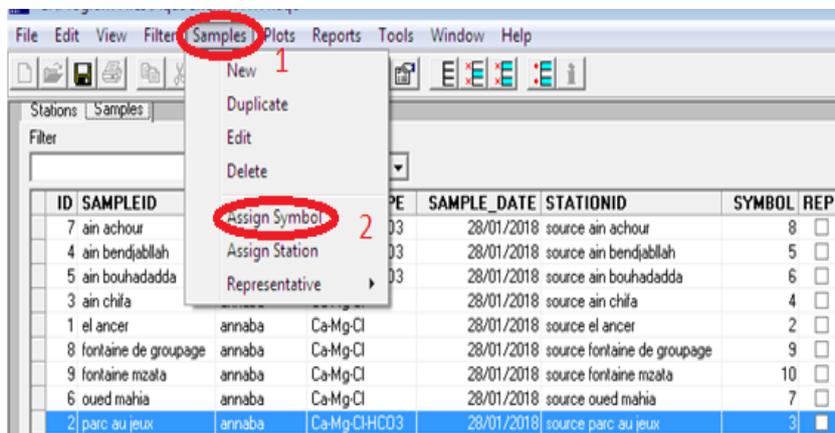


Figure III .14 : sample puis symbole

Le logiciel affichera cette fen être cliquer (edit)

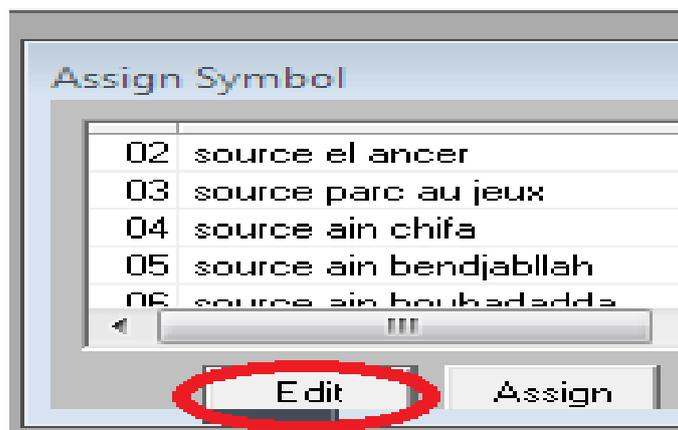


Figure III.15 : Attribution d'un symbole

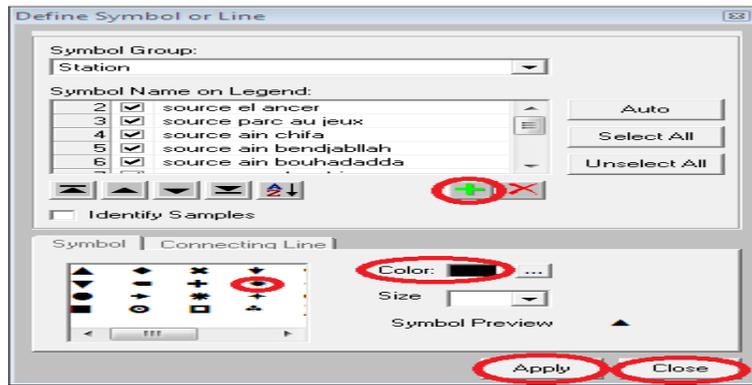


Figure III.15 : définir un symbole ou une ligne

Etape suivante : attribuer à chaque source (assign) un symboles .

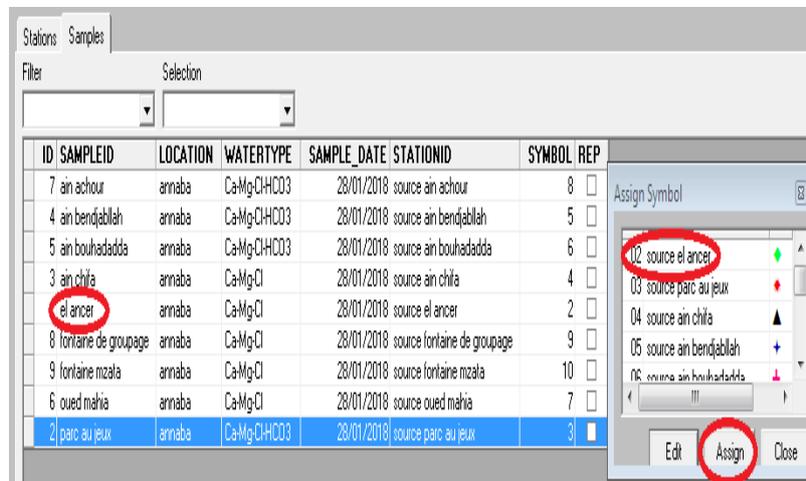


Figure III.16 : Nom du symbole sur la légende

Etape finale et le résultat (les graphes) :

Pour afficher les graphes clique plots et choisir un graphe

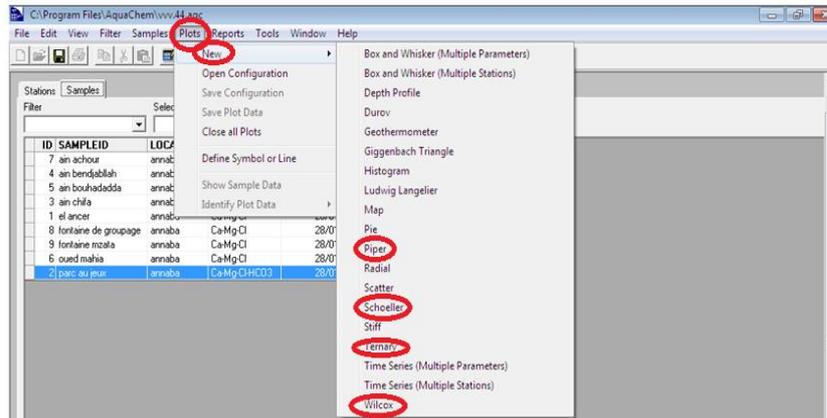


Figure III.16 : affichage des graphique

## VI.1 Introduction :

La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable, ou à des fins agricoles et industrielles. Dans la région de S é r a ï d i les données des sources ont rév é l é e s des variations dans les caract é r i s t i q u e s physico-chimiques des eaux.

## VI.2. Mesures des d é b i t s dans les Sources :

Après avoir visit é les sources de Seraidi nous avons mesur é le d é b i t et enregistr é les r é s u l t a t s dans les tableaux suivants :

**Tableau VI.1:** mesures des d é b i t s de Source Bouhdada

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
02 /03/18	1,1	3,32	0,33	0,32
	1,2	3,63	0,33	
	1,05	3,43	0,31	
	0,95	3,05	0,31	

**Tableau VI.2:** mesures des d é b i t s de Source Parc Au Jeux

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
02 /03/18	1,18	3,89	0,30	0,31
	1,2	3,9	0,31	
	1,1	3,81	0,29	
	1,2	3,4	0,35	

**Tableau VI.3:** mesures des d é b i t s de Source Ain Chifa

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
02 /03/18	0,9	6,28	0,14	0,13
	1,00	7,43	0,13	
	1,05	7,87	0,13	
	1,15	8,67	0,13	

**Tableau VI.4:** mesures des d é b i t s de source Bendjaballah (Dar Smair)

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
02 /03/18	1,15	1,87	0,61	0,55
	0,95	1,61	0,59	
	1,05	2,03	0,52	
	1,05	2,13	0,49	

**Tableau VI.5:** mesures des débits de Source Ain Boumendjl

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
20 /03/18	1,1	2,2	0,50	0,5
	1,05	2	0,53	
	1,11	2,3	0,48	
	1,15	2,4	0,48	

**Tableau VI.6:** mesures des débits de Source Allali Hocine

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
20 /03/18	0,6	1,4	0,43	0,49
	0,7	1,48	0,47	
	0,8	1,64	0,49	
	0,75	1,29	0,58	

**Tableau VI.7:** mesures des débits de Source Ain Mzata

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
20 /03/18	0,95	6,7	0,14	0,15
	1,1	7,7	0,14	
	1,2	8	0,15	
	1	6,8	0,15	

**Tableau VI.8:** mesures des débits de Source Ain Achour

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
20 /03/18	0,95	1,7	0,56	0,52
	1,05	2	0,53	
	1	2	0,5	
	0,9	1,8	0,5	

**Tableau VI.9:** mesures des débits de Source Ain Mohkim

Date	V(l)	T(s)	Q (l/s)	Qmoy (l/s)
20 /03/18	1,18	4,14	0,29	0,28
	0,9	3,35	0,27	
	0,78	2,74	0,28	
	1	3,91	0,26	

Apr è s les mesures des d é b i t s dans neuf sources par seraidi, on remarque un d é b i t maximum de 0,55 l/s Sources Bendjballah (02 /03/2018), et le d é b i t minimum dans Source Ain Chifa 0,13 l/s (02 /03/2018) .

**Tableau VI.10 :** consommation des d é b i t s

	Chaque habitant	Les habitants de seraidi	La somme des Q sources d'étudie
Quantité d'eau	80 L /J	9264	280800

la moyenne de l'utilisation de l'eau de chaque habitant est 80L /J/hab, Les habitant de seraidi sont 9264 habitants, pour chaque jour il faut utiliser 741120 l/jour , la somme de d é b i t de neuf source d'étudié sont 280800l/jour

alors Le d é b i t est faible et ne peut pas r é p o n d r e aux besoins de tous les habitants

### É t u d e d e l a q u a l i t é d e s s o u r c e s

La qualité d'une eau est d é f i n i e par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais é g a l e m e n t par son usage, il de l'eau est d é f i n i e par les propriétés physiques et chimiques Mais aussi à travers son utilisation, cette qualité est soumise à des critères d'évaluation de sa qualité

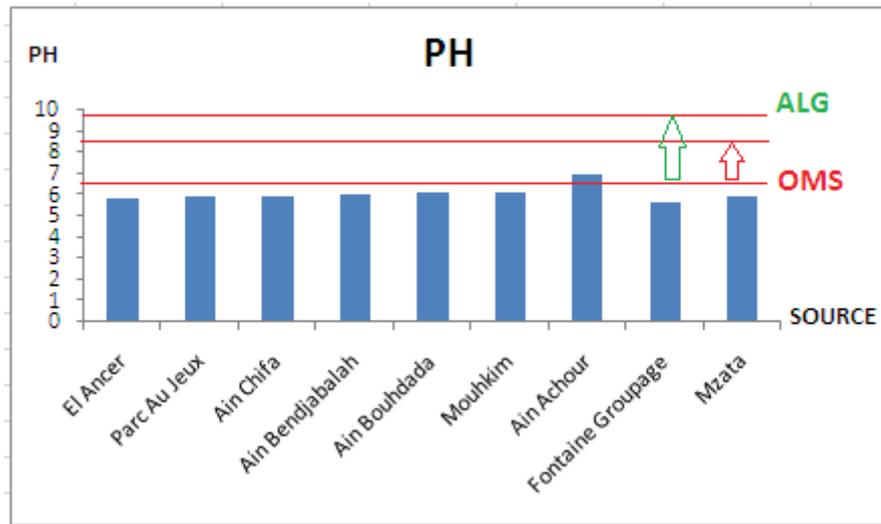
**Tableau VI.11 :** statistique pour la concentration des paramètres physiques et chimiques des eaux des sources de S é r a i d i.

	Min	Max	Moy	Variance	Ecart Type	Norme Oms	Norme Algérien
PH	5,80	6,95	6,37	0,33	0,57	6,5- 8,5	6,5 – 9,5
Temp	15,5	20,4	17,95	6,00	2,45	12-25	25
CE	282	510	396	12996	114	400	2800

TDS	141	255	198	3249	57	500-1000	/
Salinité	0,10	0,20	0,15	0,00	0,05	/	/
Turbidité	0,1	1,1	0,6	0,25	0,5	5	5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,5	0,5
NO <sub>3</sub>	0,02	0,03	0,025	0,00	0,00	/	0,2
Phosphor	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	/	5
Fe T	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,3	0,3
IP	0,49	0,97	0,73	0,06	0,24	/	/
Dureté	90	162	126	1296	36	200	200
Ca <sup>2+</sup>	20,04	37,67	28,85	77,70	8,81	100	200
Mg <sup>2+</sup>	8,74	17,01	12,87	17,10	4,13	50	/
Cl <sup>-</sup>	40,2	60,97	50,58	107,84	10,38	250	500
TAC	7,60	40,85	24,22	276,39	16,62	/	/
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	9,27	49,83	29,55	411,28	20,28	125-350	/
CO <sub>2</sub> T	149,06	208,26	178,66	876,16	29,60	/	/
CO <sub>2</sub> L D	115,78	166,73	141,25	648,97	25,47	/	/

### VI.3 Les paramètres physiques-chimiques mesurés :

#### VI.3 .1 Potentiel d'Hydrogène (pH) :



**Figure VI.1 :** Évolution du pH (Potentiel Hydrogène)

PH (Potentiel Hydrogène) est la mesure qui détermine si l'eau est acide, basique ou neutre. Il est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau. Les valeurs de pH mesurées varient de 5,8 à 6,95.

Les résultats sont variables, avec des valeurs inférieures à la norme admissible (pH acide) dans les sources d'eau (El Ancer, Parc Au Jeux, Ain Chifa, Ain Bendjabalah, Ain Bouhdada, Mouhkim, Fontaine Groupage, Mzata), la valeur la plus élevée qui correspond à la norme a été enregistrée au niveau du Ain Achour (6.95).

Les valeurs pH des sources d'eau souterraine qui sont inférieures aux normes ne comportent pas d'effets nocifs pour la santé mais peuvent avoir un effet néfaste sur les installations.

### VI.3.2 La température (T) :

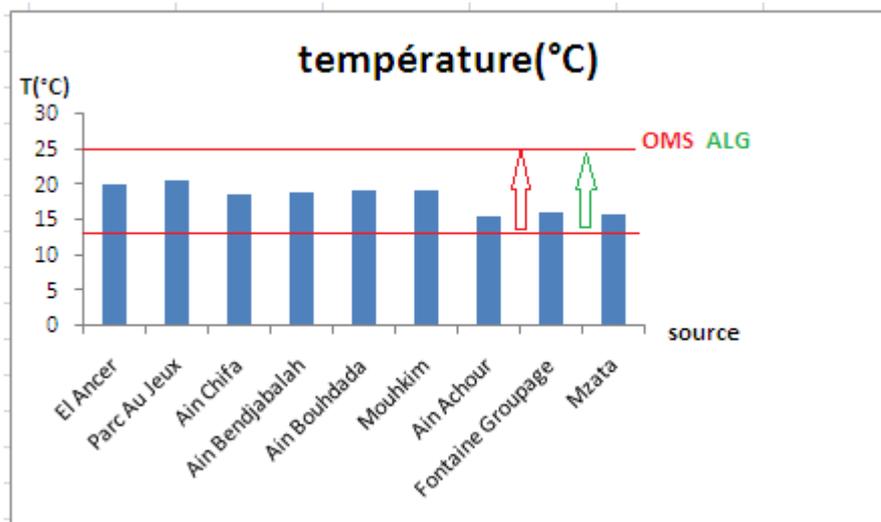
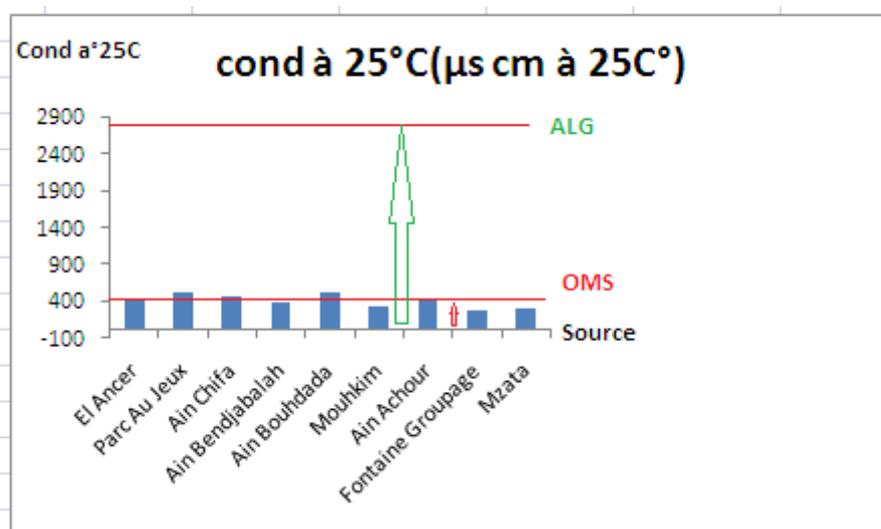


Figure VI.2 : Évolution du La température (T)

La température est un facteur important à considérer lors de l'évaluation de la qualité de l'eau, en plus de ses propres effets, la température affecte de nombreux autres paramètres, peut modifier les propriétés physiques et chimiques de l'eau, lorsque la température dans l'eau augmente, la teneur en oxygène diminue, entraînant la mort des organismes vivants. Les valeurs de la température oscillent entre 15,5 et 20,4 °C avec une moyenne de 17,95 °C. La température la plus élevée a été enregistrée au niveau de la Source Parc Au Jeux (20.4) et la plus faible au niveau de la Source Ain Achour (15.5). Toutes les valeurs enregistrées ne dépassent pas les normes de potabilité (OMS et ALG).

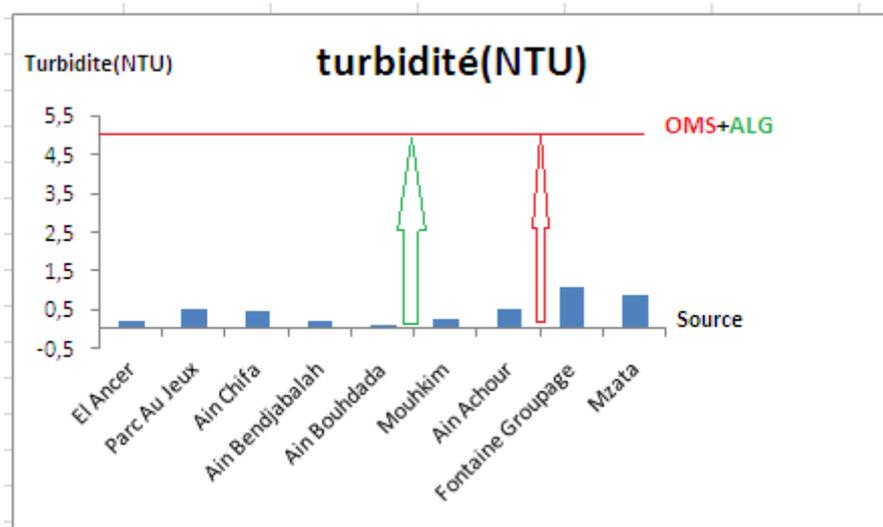
### VI.3.3 La conductivité électrique :



**Figure VI.2 : Évolution de la conductivité électrique**

La conductivité électrique exprime le pourcentage de sels solubles totaux dans l'eau, leur hauteur indique les taux élevés de salinité dans l'eau, car tous les sels dans l'eau augmentent leur conductivité électrique. Et augmenter les sels soit pour être une action naturelle telle que la nature de l'eau et des eaux souterraines ou ce qui est dissous et tomber de l'eau de pluie. Pour les sources souterraines étudiées, la valeur la plus élevée de la conductivité électrique ou niveau source parc au jeux (510  $\mu\text{s}/\text{cm}$  à 25C °), la valeur la plus basse ou niveau de Fontaine de Groupage(282 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$  à 25C °). avec une moyenne de 396  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , les mesures de conductivité des sources souterraines correspondent aux normes OMS.

### VI.3 .4 La turbidité :



**Figure VI.3 : Évolution de la turbidité**

C'est un paramètre important pour caractériser la qualité de l'eau, la turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent ou réfléchissent la lumière dans les eaux eutrophies. Le minimum enregistré est de 0,1 NTU en source Ain Bouhdada et le maximum est de 0,9 NTU en source Mzata avec une moyenne de 0,5 NTU (Les totalités des mesures faites sur les eaux des sources sont conformes à la valeur objective de 5 NTU , indiqué dans les normes OMS et ALG).

### VI.3 .5 Le Calcium :

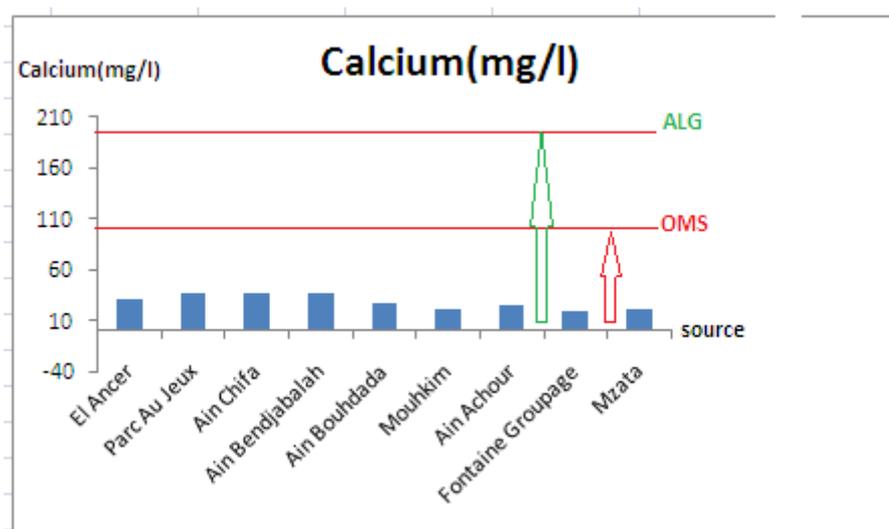


Figure VI.4 : Évolution du calcium

Le carbonate de calcium est pratiquement insoluble dans l'eau (Seulement 1,4 Mg Par 100 Ml D'eau). Mais si l'eau contient du dioxyde de carbone, la solubilité du carbonate de calcium dans l'eau augmente à la suite de la formation de bicarbonate. Le carbonate de calcium se décompose rapidement à la suite de l'action des acides, libérant du gaz carbonique.

Les concentrations du calcium mesurées sont conformes aux valeurs admissibles (Norme de potabilité OMS 100mg/L Et ALG 200mg/L) elles varient entre un minimum de 20,04mg/l (Source Fontaine Groupage) et un maximum 37,67 mg/L Source Ain Chifa, Ain Bendjabalah Respectueusement (Figure III.4), l'eau se charge en ions calcium quand elle traverse des terrains calcaires de la région.

### VI.3 .6 Magnésium :

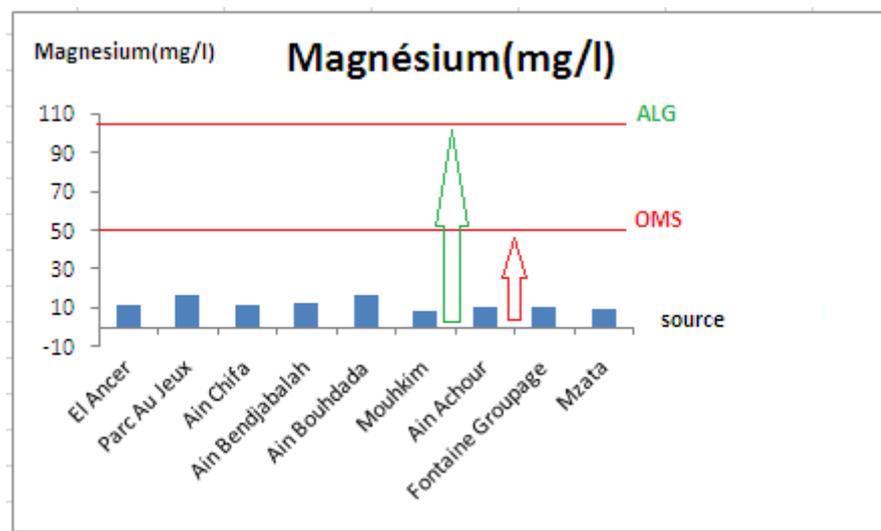


Figure VI.5 : Évolution du Magnésium

L'hydroxyde de magnésium est naturellement présent dans la nature, il est également obtenu à partir du traitement de l'eau de mer et dans de nombreuses industries alcalines comme sous-produit.

Les ions magnésium présents dans les eaux souterraines des zones côtières voisines sont dérivés de lessivage du calcaire, la concentrations du magnésium mesurées sont conformes aux valeurs admissibles (norme de potabilité OMS et ALG ) elles varient entre un minimum 8,74mg/l (Source Mouhkim) et un maximum 17,01mg/l (Source Parc Au Jeux) Provient du sous-sol où il est abondant. Il contribue avec le calcium à la dureté de l'eau.

### VI.3.7 Les Nitrites:

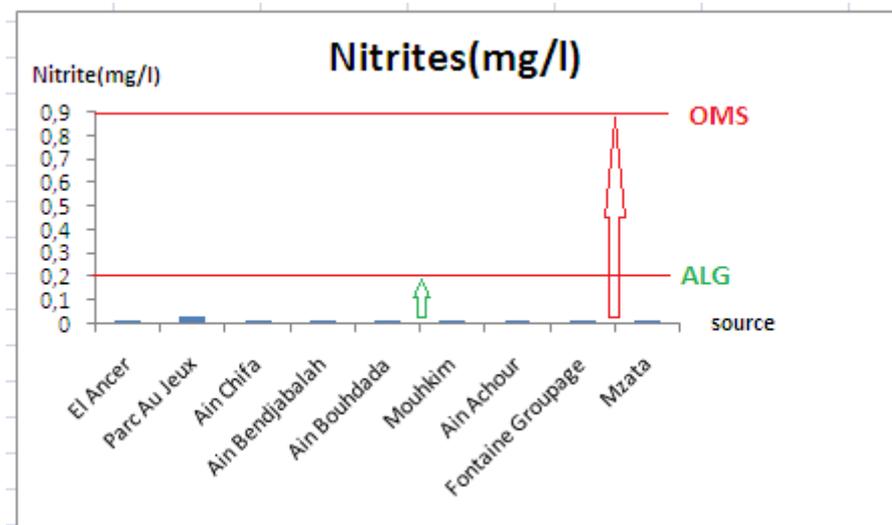


Figure VI.6 : Évolution du Nitrites

La contamination par les nitrites dans l'eau souterraine est l'un des problèmes majeurs dans les études sur la qualité de l'eau , la valeur la plus élevée a est enregistrés dans source

parc au jeux (0.03mg/l), les valeurs inférieure 0,02mg/l enregistrées El Ancer , Ain Chifa , Ain Bendjabalah ,Ain Bouhdada , Oued Mahia ,Ain Achour , Fontaine Groupage , Mzata ,ces mesurées sont conformes aux valeurs admissibles (norme de potabilitéOMS et ALG ) .

### VI.3 .8 Chlorures :

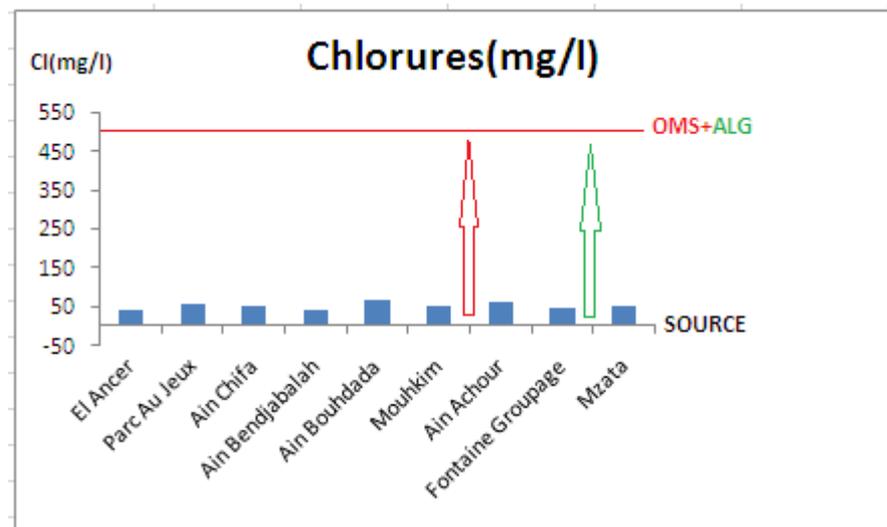
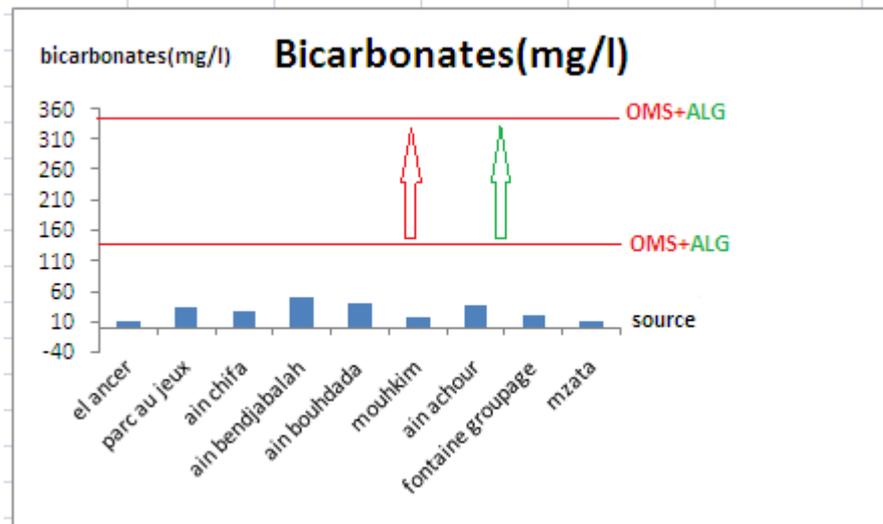


Figure VI.7: Évolution du Chlorures

Les chlorures sont largement r épanus dans la nature, sous forme de sels se sodium (NaCl) et de potassium (KCl).

La concentration en chlorures fluctue entre 40,2 mg/l enregistr é la Source El Ancer et 66,36 mg/l observ é au niveau de Source Ain Bouhdada avec une valeur moyenne 50,58 mg /l, tout les mesures de la concentration Cl dans les sources é tudi ées sont conformes aux valeurs admissibles (norme de potabilitéOMS et ALG 50mg/l). les eaux souterraines, leur concentration d é pend des roches travers ées, les sols pollu é s par l'industrie chimique sont tr è s riches en chlorures.

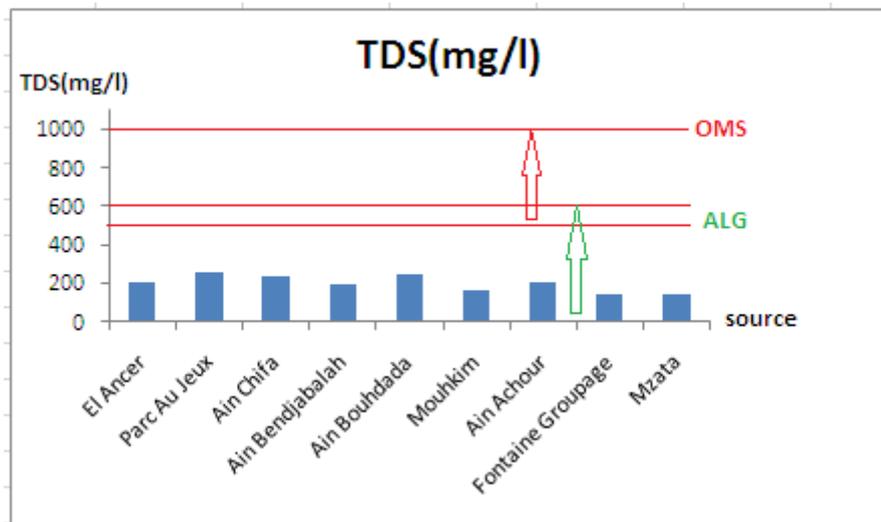
### VI.3 .9 Bicarbonates :



**Figure VI.8 : Évolution du Bicarbonates**

La dissolution des minéraux carbonates et l’action du CO<sub>2</sub> des eaux météoriques et du sol sont, d’une manière générale, à l’origine des Bicarbonates, les fortes teneurs en bicarbonates sont peut être due au contact avec la roche et par l’altération des calcaires métamorphique, et des gneiss sous l’effet du gaz carbonique. Les teneurs en Bicarbonates dans les eaux de source sont 9,27mg/l enregistrées (Source El Ancer) et 49,83mg/l (Source Ain Bendjabalah), les teneurs mesurées sont conformes pas aux valeurs admissibles (norme de potabilité OMS et ALG (125-350 mg/l)).

**VI.3 .10 TDS (Total Dissolve Solide):**

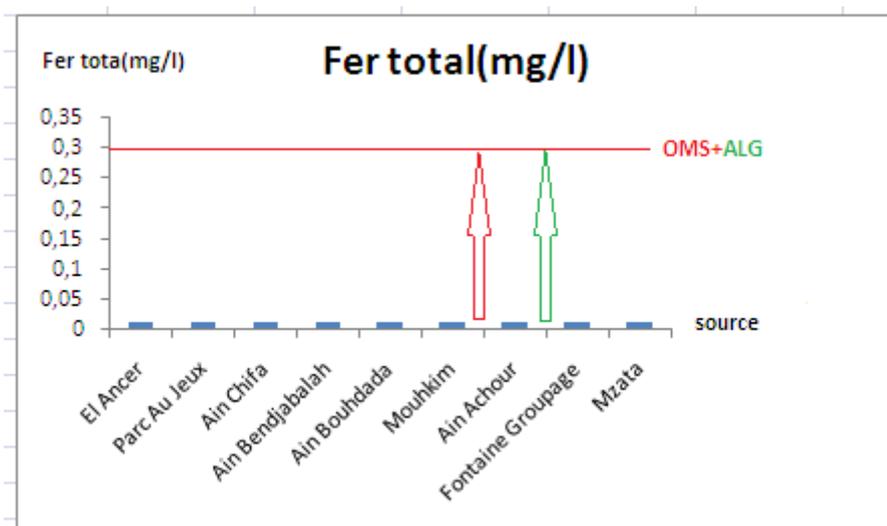


**Figure VI.9: Évolution du TDS**

L'expression des solides en suspension fait référence à de petites particules solides qui restent bloquées dans l'eau sous forme de particules colloïdales ou à cause du mouvement de l'eau. Ceci est utilisé comme un indicateur de la qualité de l'eau.

La valeur la plus élevée est enregistrée dans Source Parc Au Jeux (255mg/l) et la valeur minimum a est enregistrés dans Fontaine de Groupage (141mg/l) avec une moyenne de (125.17mg/l), les mesures sont conformes pas aux valeurs admissibles (norme de potabilité OMS par contre elle conformes aux valeurs admissibles ALG.

### VI.3 .11 Le fer :



**Figure VI.10 : Evolutions du fer**

Le fer est un élément essentiel pour l'homme. Bien que le Fer a peu d'inquiétude en tant que danger pour la santé il est toujours considéré comme une nuisance dans les quantités excessives. Il provoque de la coloration des vêtements et des ustensiles. la valeur est enregistrées dans tout les sources (0.009mg/l)

Les limites de concentration de fer dans la gamme de eau potable entre 0,3mg/l (maximum acceptable) et 1,0 mg /l (maximum autorisé).

la concentration du fer dans toutes les eaux de sources de S'eraïli répond à la limite permise de l'eau potable.

la présence du fer pourrait être due au contact de la roche, une concentration élevée de fer influe sur le goût, a des effets néfastes sur les usages domestiques et favorise la croissance des bactéries de fer, des mesures doivent être prises avant la consommation par l'installation d'usines d'élimination du fer.

### VI.3 .12 Indice Permanganate :

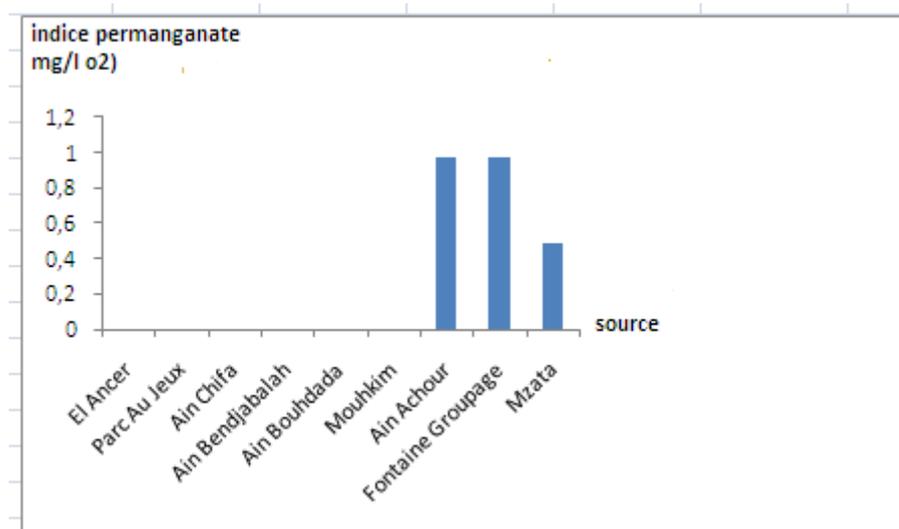


Figure VI.11: Evolutions de l'Indice permanganate

L'oxydation chimique des matières organiques et des substances oxydées est effectuée par le permanganate de potassium il permet d'apprécier la teneur en matière organique en même temps que la présence d'autres substances réductrices. C'est un indicateur de pollution organique. Pour les sources étudiées, seules les sources Ain Achour, Fontaine Groupage ont des valeurs de l'ordre de 0.97 mg/l O<sub>2</sub> et 0.49 mg/l O<sub>2</sub>. enregistré dans Mzata. Cependant ces valeurs reste en dessous du seuil prescrit à 5 mg/L O<sub>2</sub>

### III.3.13 Le phosphore :

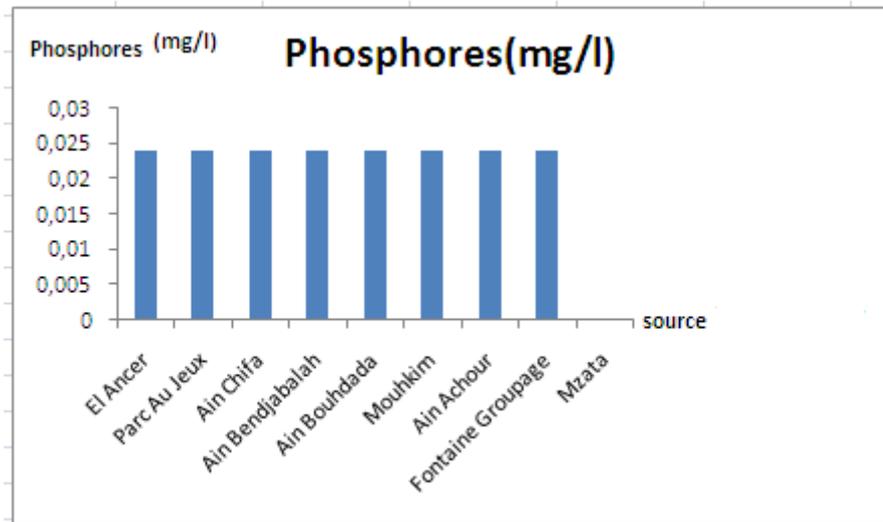
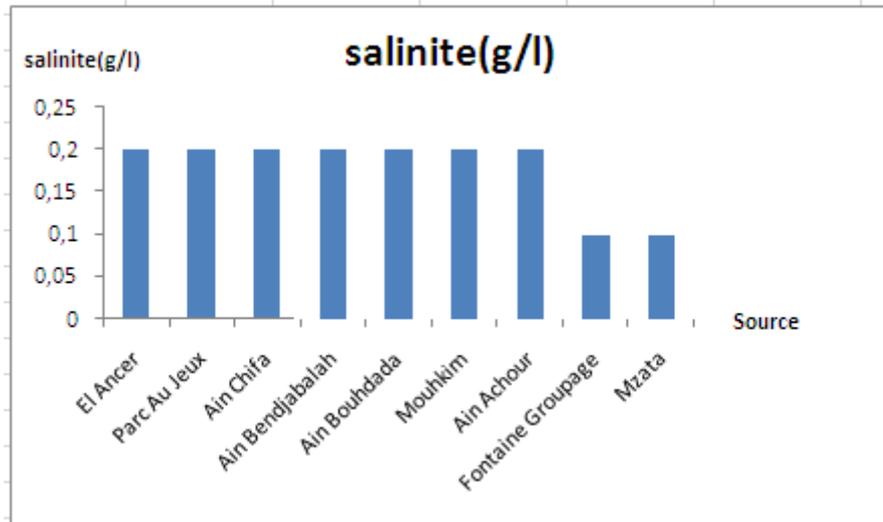


Figure VI.12 : Évolution du phosphore

La signification du phosphore est principalement en ce qui concerne le phénomène de l'eutrophisation qui favorise la croissance des algues et d'autres plantes conduisant à efflorescences, il est largement utilisé comme engrais agricole et comme un constituant majeur des détergents, en particulier ceux à usage domestique.

La valeur du phosphate dans les échantillons d'eau de source présentent des concentrations inférieures à 0,025 mg/l. cependant elles restent inférieures aux limites prescrites de 300 µg/L

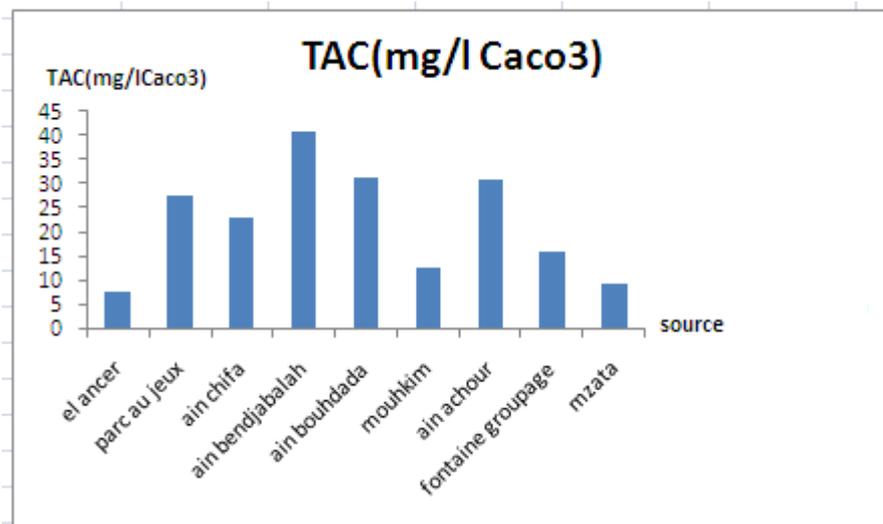
### VI.3.14 Salinité:



**Figure VI.13 : Évolution de la Salinit é**

La salinit é est l'une des caract éristiques physico-chimiques de l'eau. La salinit é mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magn é s i u m, sulfate de magn é s i u m, etc.). La valeur la plus é lev é e est enregistr é e dans les source (El Ancer, Parc Au Jeux, Ain Chifa , Ain Bendjabalah , Ain Bouhdada, Mouhkim , Ain Achour , (0.2mg/l) et la valeur minimum est enregistr é e dans Fontaine Groupage , Mzata (0.1mg/l) avec une moyenne de (0.17mg/l).

**VI.3 .15 Titre alcalim étrique complet (TAC) :**



**Figure VI.14 : Évolution du TAC**

Le Titre Alcalimétrique complet (TAC) est une mesure de l'alcalinité de l'eau (carbonates alcalins, hydrogénéocarbonates et total des hydroxydes). Il caractérise le pouvoir tampon de l'eau, c'est-à-dire la capacité d'influence d'un produit acide ou basique sur le pH de l'eau. Plus le TAC est élevé, plus il est difficile de faire varier le pH de l'eau. Ainsi, les alcalinités assurent la protection des métaux contre la corrosion, et donc en conséquence une trop faible alcalinité entraîne la dégradation des installations. La valeur la plus élevée est enregistrée dans Source Ain Benjabelleh (40.85mg/l) et la valeur minimum a été enregistrée dans Source Mzata(9mg/l) avec une moyenne de(22.05mg/l). Toutefois elles restent inférieures à la valeur limite de 150 mg/L

### VI.2 .16 Ammonium :

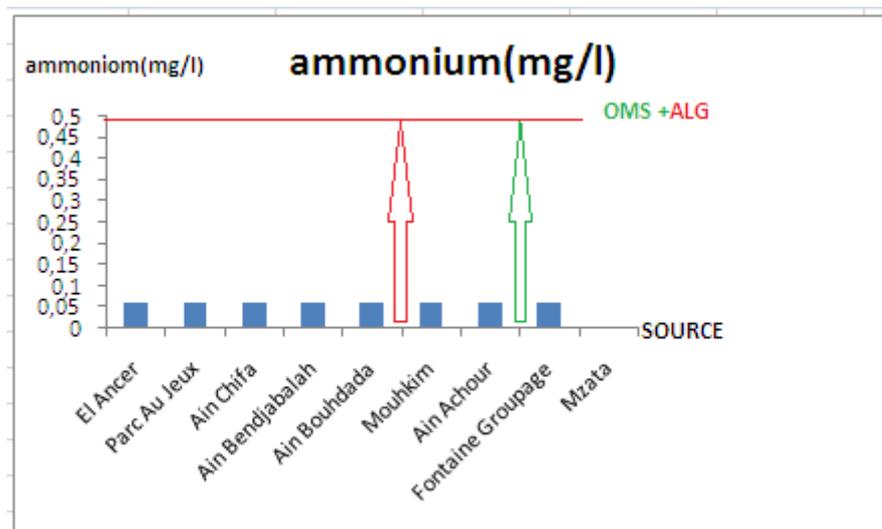


Figure VI.15 : Évolution de l'Ammonium

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel. Les valeurs de l'ammonium mesurées sont inférieures à 0,06 mg/l observées dans les neuf sources les concentrations en ammonium satisfont les normes de l'OMS et ALG.

## VI.2 . 17 CO2 – libre dissous:

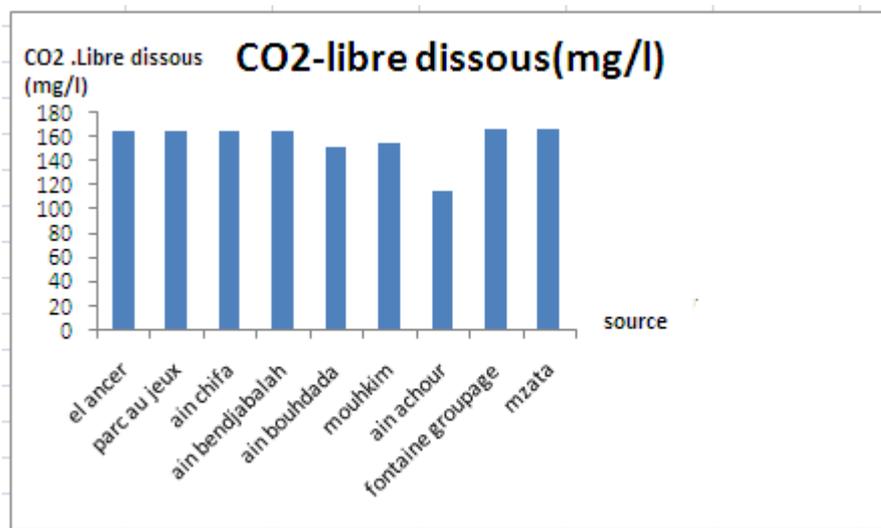


Figure VI.16 : Évolution du CO2 – libre dissous

Lorsque le CO2 est dissous dans l'eau il forme un acide carbonique. La valeur la plus élevée est enregistré dans Fontaine de Groupage Et Mzata (166.73mg/l) et la valeur minimum est enregistré dans Ain Achour (115.78mg/l) avec une moyenne de (157.13mg/l).

## VI.2 .18 CO2- Total :

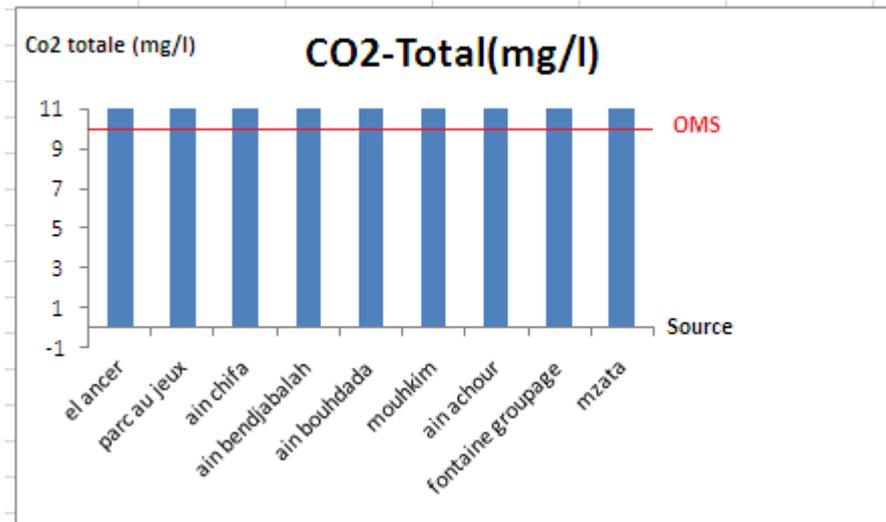


Figure VI.17: Évolution du CO2- Total

La valeur la plus élevée est enregistré dans Ain Bendjballah (208.26mg/l) et la valeur minimum est enregistré dans Ain Achour (149.06mg/l) avec une moyenne de (125.17mg/l), dans les neuf source les concentrations en CO2 total ne satisfont pas les normes de l'OMS. Son origine peut être attribué à la dissolution des roches dans la région.

VI.2 .19 Dureté totale :

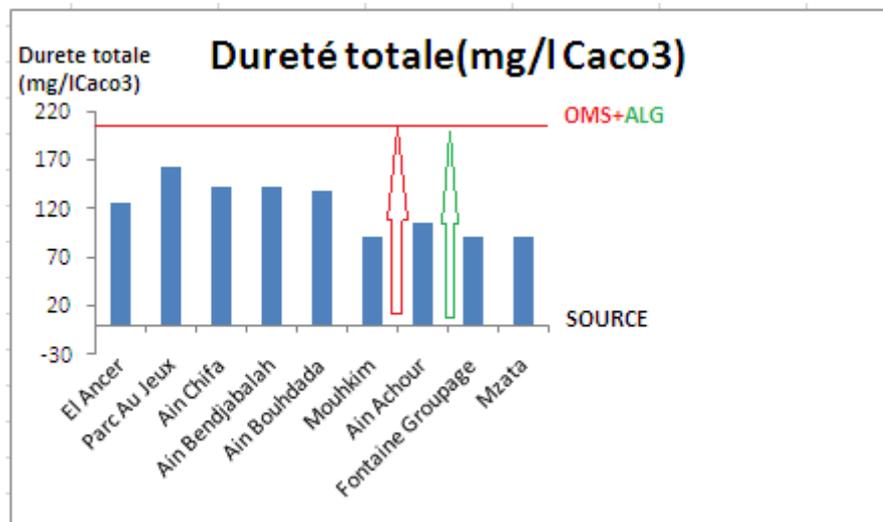


Figure VI.18 : Évolution du Dureté totale

Elle représente la quantité globale de sels de Calcium et de magnésium, des sels dits incrustants (comme le calcaire), que renferme un litre d'eau. La valeur la plus élevée est enregistrée dans la Source Parc Au Jeux (162mg/1CaCo3) et la valeur minimum est enregistrée dans source Mzata Fontaine Groupage et Mouhkim (90mg/1CaCo3) avec une moyenne de (120.66mg/1CaCo3), les valeurs obtenues sont admissibles aux normes de potabilité OMS ET ALG (200mg/l caco3) et ne représente aucun risque d'incrustation des installations.

**Tableau VI.2 : Potabilités des eaux des sources -Seraidi**

Elément chimique	OMS	ALG	El ancer	Parc au jeux	Ain chifa	Ain bendja-Ballah	Ain bouh-adadda	Moh-kim	Ain achour	Allali hocine	mzata
PH	6,5-8,5	6,5-9,5	5,8	5,85	5,9	5,98	6,1	6,1	6,95	5,56	5,88
Temp °c	12-25	12-25	20	20,4	18,6	18,8	19	19,1	15,5	16,1	15,6
Cond µS/cm	400	2800	416	510	467	392	502	323	408	282	285
TDS mg/l	500-1000	600	208	255	233	196	251	161,5	204	141	142,5
Salinité g/l	/	/	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Turbidité NTU	5	5	0,2	0,5	0,45	0,2	0,1	0,24	0,5	1,1	0,9
Ammonium mg/l	0,5	0,5	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059
Nitrites mg/l	0,9	0,2	0,019	0,03	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
Phosphore mg/l	/	/	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
Fer totale mg/l	0,3	0,3	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Dureté total mg/l Caco3	200	200	126	162	142	142	138	90	106	90	90
Calcium mg/l	100	200	31,26	36,87	37,67	37,67	28,05	21,64	25,65	20,04	20,84
Magnésium mg/l	50	100	11,66	17,01	11,66	12,15	16,52	8,74	10,2	10,2	9,23
Chlorures mg/l	500	500	40,2	57,43	50,41	40,84	66,36	51,25	60,97	45,37	53,17
TAC mg/l Caco3	/	/	7,6	27,55	22,8	40,85	31,35	12,35	31	16	9
Bicarbonat mg/l	125-350	125-350	9,27	33,61	27,87	49,83	38,24	15,06	37,82	19,52	10,98
CO2-total mg/l	/	/	172,56	193,98	188,88	208,26	186,48	168,4	149,06	183,9	176,39
CO2-libre dissous mg/l	/	/	164,4	164,41	164,41	164,41	152,15	155,15	115,78	166,73	166,73

Indice permanganant mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	0,97	0,97	0,49
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	------	------	------

**Observation :** D'après le tableau, nous concluons que l'eau dans ces sources est potable.

### VI.3 Interprétation des résultats d'analyse de la qualité de l'eau par les méthodes

L'importance des études de la qualité de l'eau souterraine réside dans les faits:

- Nous aide à comprendre le système hydro-géologique.
- Indique le mélange des eaux souterraines et des eaux de surface.
- Nous aide à interpréter la dynamique de l'écoulement des eaux souterraines
- Délimite la contamination des eaux souterraines.

#### VI.3.1 Diagramme de Piper :

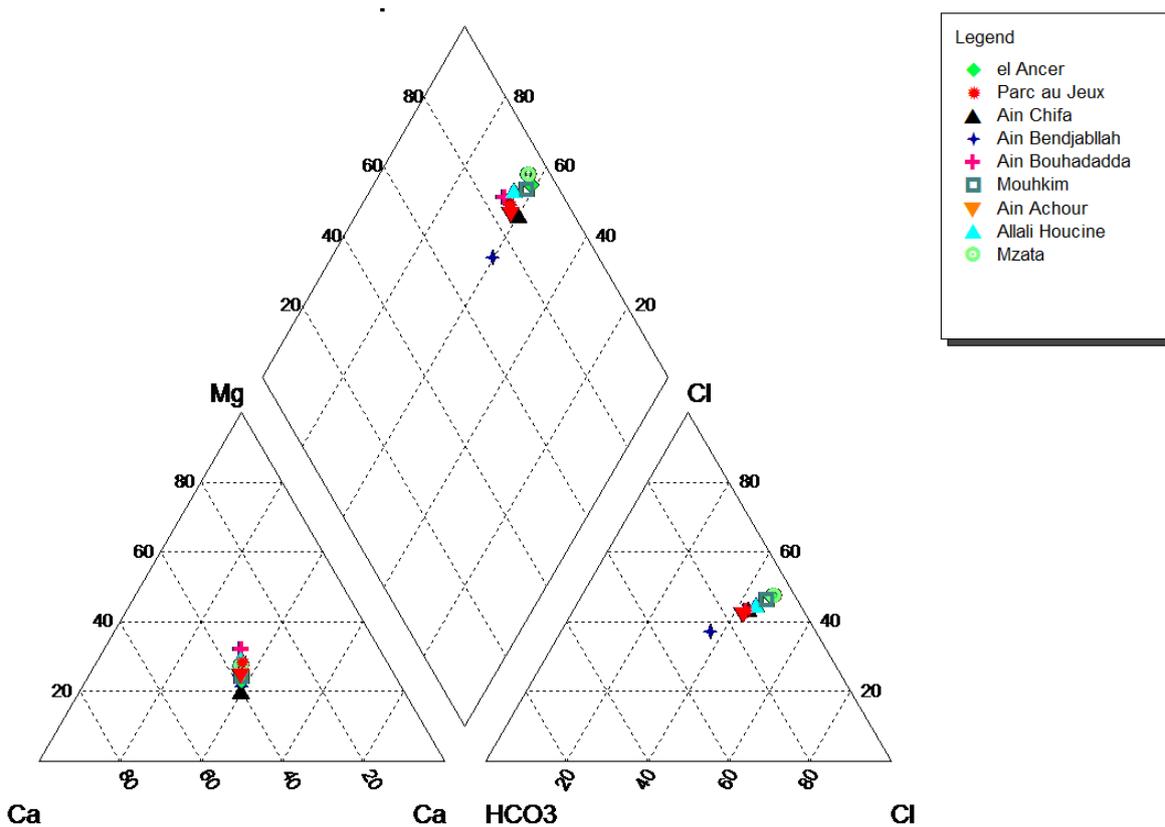
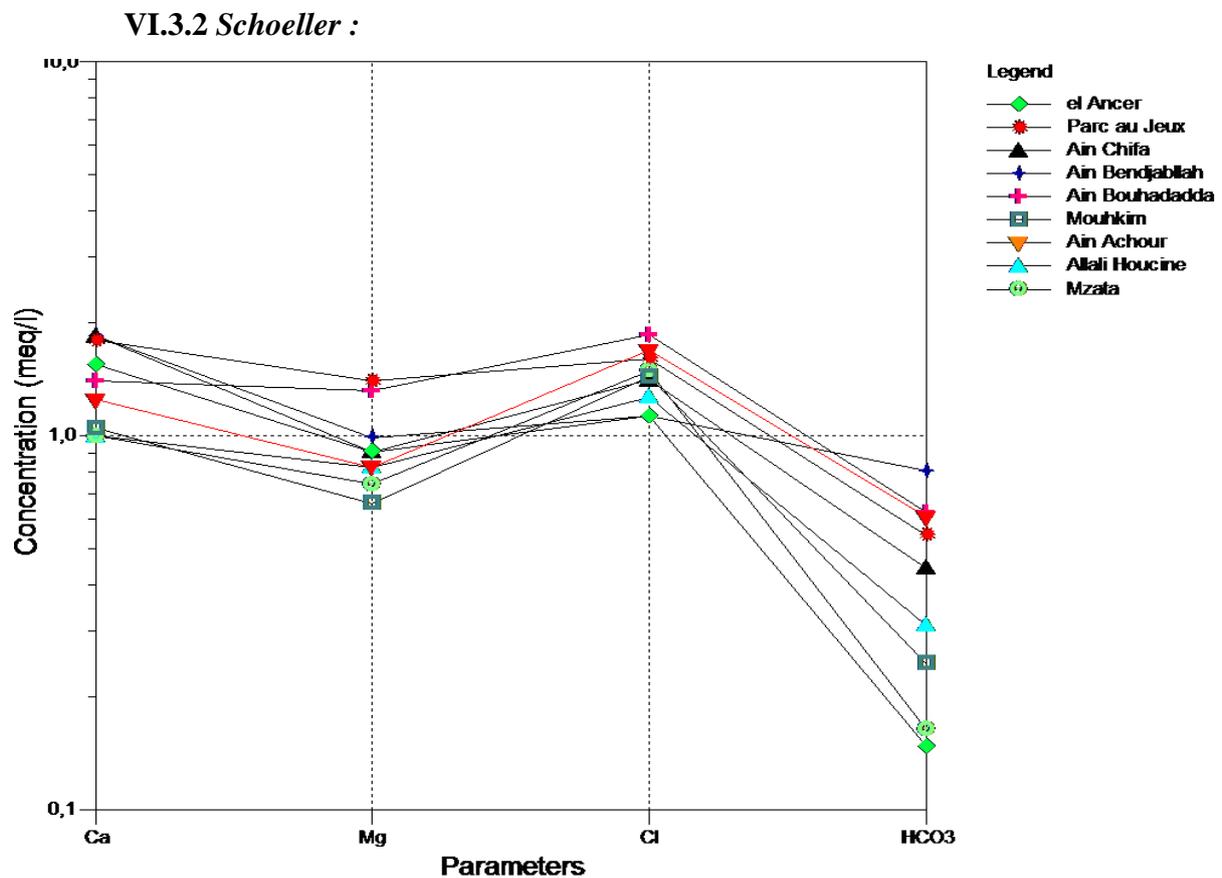


Figure VI.19 : Faciès chimique des eaux le diagramme de Piper

Le diagramme de Piper est celui qui présente le plus grand intérêt et qui est de ce fait le plus utilisé. Il est composé de deux triangles représentant la répartition des anions et celle des cations, respectivement, et d'un losange représentant la répartition synthétique des ions majeurs. Ce diagramme permet de catégoriser le faciès chimique d'une eau et d'étudier.

D'après la classification de piper pour tout les sources : El Ancer, Parc Au Jeux , Ain Chifa , Ain Bendjabalah ,Ain Bouhadada ,Ain Mohkim (Oued Mahia) , Ain Achour , Fontaine De Groupage (Allali Hocine) , Fontaine Mzata , permet de constater que le faciès chimique dominant dans les sources est le faciès Chloruré Calcique ( $Cl > Ca$ ) ,ce faciès est acquis de la composition géologique de cette région ( des roches calcaire et gneisse).



**Figure III.20 : le diagramme de shoeller**

Ce diagramme donne la minéralisation, en se basant sur des axes verticaux gradués selon une échelle logarithmique. Les teneurs exprimées en mg/L sont reportées sur les axes, puis reliées par des droites. Plusieurs demi-droites verticales sont équiréparties, et sur chacune d'elles un ion est représenté au moyen d'un segment proportionnel à sa concentration en meq /

l, ppm ou%. Les différents points obtenus sont ensuite joints par une polyligne. Quelques analyses simultanées peuvent être représentées simultanément. Sur les échantillons présentés on constate que les chlorures et le calcium marque le faciès pour la plus part des sources ainsi qu'une dominance des bicarbonates également pour les sources de ain benjaballah et ain bouhadada.

### VI.3.3 Diagramme de dispersion :

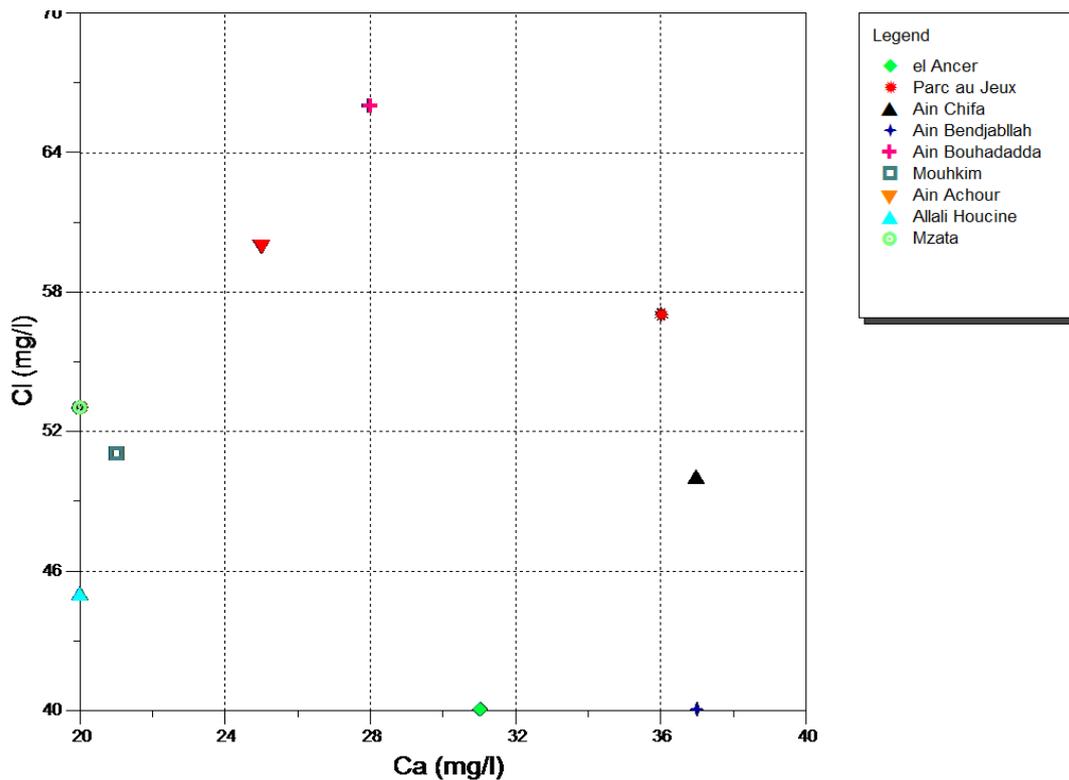


Figure VI.21 : Diagramme de dispersion

C'est un diagramme très utile pour interpréter les tendances des données statistiques. chaque observation (ou point) dans un nuage de points a deux coordonnées, le premier correspond à la première donnée de la paire (c'est la coordonnée X, la quantité que vous allez à gauche ou à droite), la deuxième coordonnée correspond à la deuxième donnée de la paire (c'est la coordonnée Y, le montant que vous montez ou descendez), le point représentant cette observation est placé à l'intersection des deux coordonnées, les données contiennent un aperçu de la courbe vers le haut ou vers le bas, compte tenu de la forme précédente, il apparaîtra entre le calcium et le chlore. Indiquant une augmentation de chlore, car le calcium augmente, notez que Le diagramme de dispersion suggère seulement une relation non linéaire qui peut être

## Chapitre VI : Résultat et discussion

2018

considérée comme une relation qui représente une courbe graphiquement incurvée entre deux ensembles de valeurs. Pour tous les sources sont enregistrées : El Ancer (31 mg/l Ca ; 40 mg/l Cl), Parc Au Jeux (36 mg/l Ca ; 57 mg/l Cl), Ain Chifa (37 mg/l Ca ; 50 mg/l Cl), Ain Bendjabalah (37 mg/l Ca ; 40 mg/l Cl), Ain Bouhadada (28 mg/l Ca ; 66 mg/l Cl), Ain Mohkim (Oued Mahia) (21 mg/l Ca ; 51 mg/l Cl), Ain Achour (25 mg/l Ca ; 60 mg/l Cl), Fontaine De Groupage (Allali Hocine) (20 mg/l Ca ; 45 mg/l Cl), Fontaine Mzata (20 mg/l Ca ; 53 mg/l Cl),

### VI.3.4 Diagramme de Ternaire :

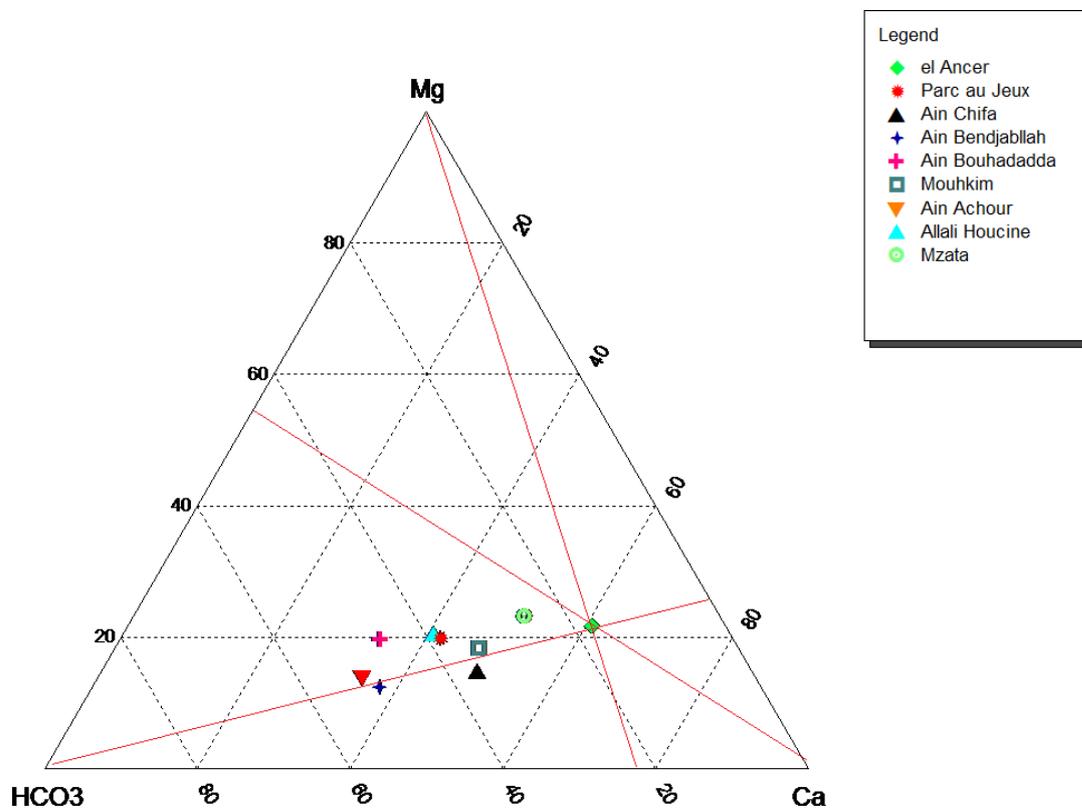


Figure VI.22 : Diagramme de Ternaire

En utilisant la méthode d'intersection pour obtenir les pourcentages des ions dominants dans les sources étudiées, nous avons enregistré les valeurs suivantes: El Ancer (73% HCO<sub>3</sub>, Ca 55%, Mg 23%), Parc Au Jeux (69% HCO<sub>3</sub>, Ca 34%, Mg 49%), Ain Chifa (78% HCO<sub>3</sub>, Ca 29%, Mg 45%), Ain Bendjabalah (75% HCO<sub>3</sub>, Ca 20%, Mg 58%), Ain Bouhadada (62% HCO<sub>3</sub>, Ca 30%, Mg 58%), Ain Mohkim (Oued Mahia) (72% HCO<sub>3</sub>, Ca 35%, Mg 41%), Ain

Achour(70% HCO<sub>3</sub>, 22% Ca, 60% Mg) , Fontaine De Groupage (Allali Hocine ) (66% HCO<sub>3</sub>, 35% Ca, 50% Mg) , Fontaine Mzata (69% HCO<sub>3</sub>, 48% Ca, 34% Mg) .

### VI.3.5 Diagramme Durov :

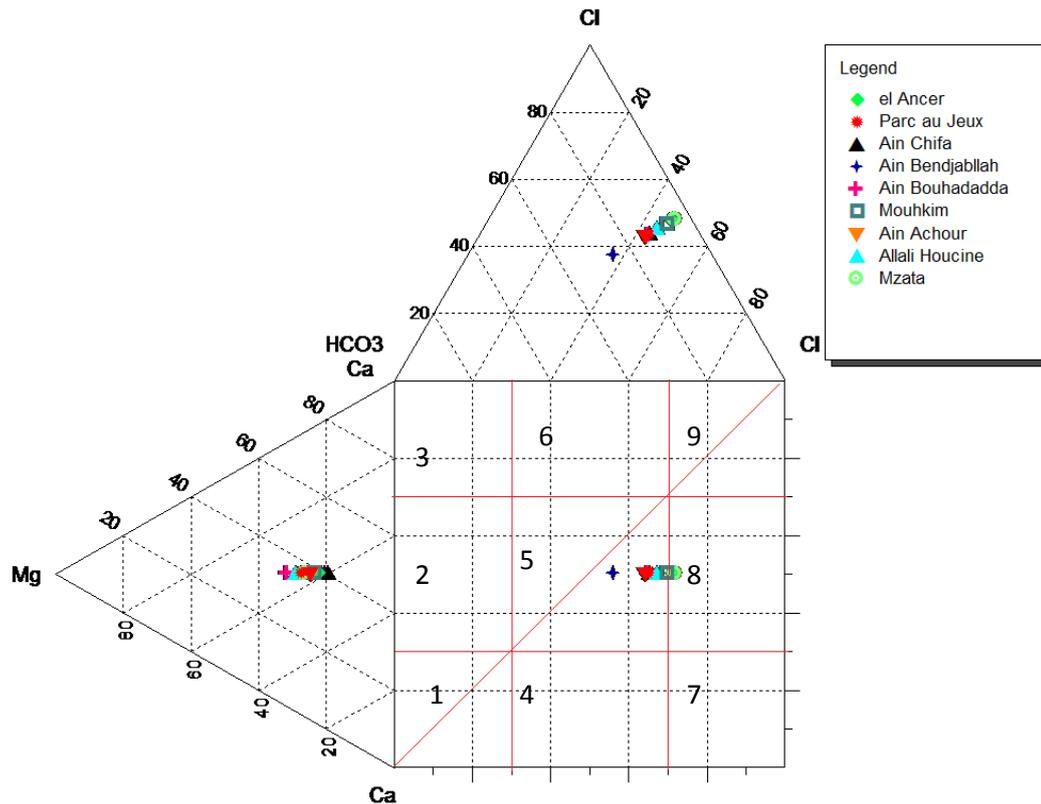


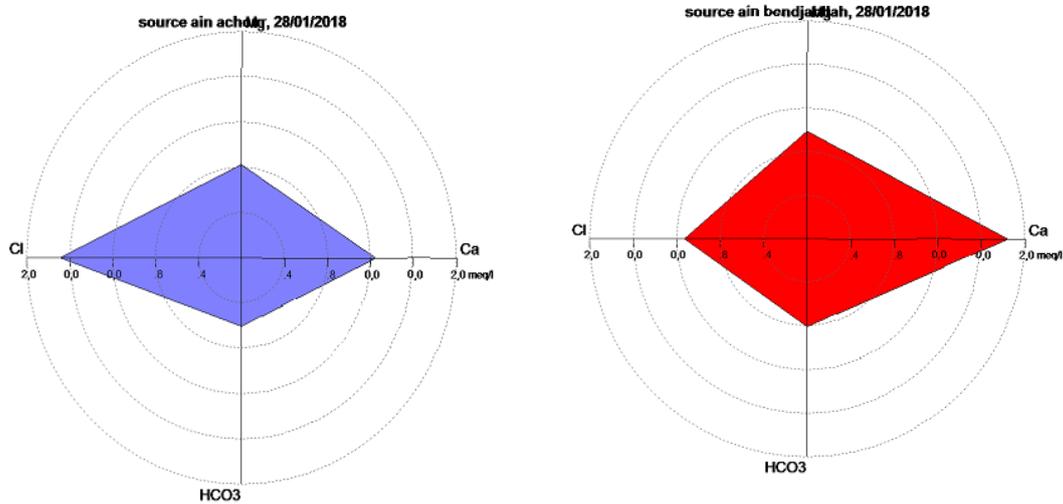
Figure VI.23 : Diagramme Durov

Il ressort du diagramme que la majorité des échantillons appartiennent à un type d'eau mixte où les types d'eau ne peuvent être identifiés car ni les anions ni les cations ne sont dominants (aucune paire cation-anion ne dépasse 50%).

Le fait que le type d'eau mélangée prédomine dans la zone d'étude a été soutenu par des données tracées sur le diagramme de Durov (Fig 4) que 83 % des échantillons complètent dans le champ 5 de Durov le long de la ligne de dissolution ou de mélange. Basé sur la classification de Lloyd et Heathcoat (1985), cette tendance peut être attribuée à une eau de recharge récente et fraîche présentant une simple dissolution ou un mélange sans anion ou cation majeur dominant .

## VI.3.6 Diagramme Radial

### VI.3.6 .1 Source Ain Achour, Ain Bendjabalah :

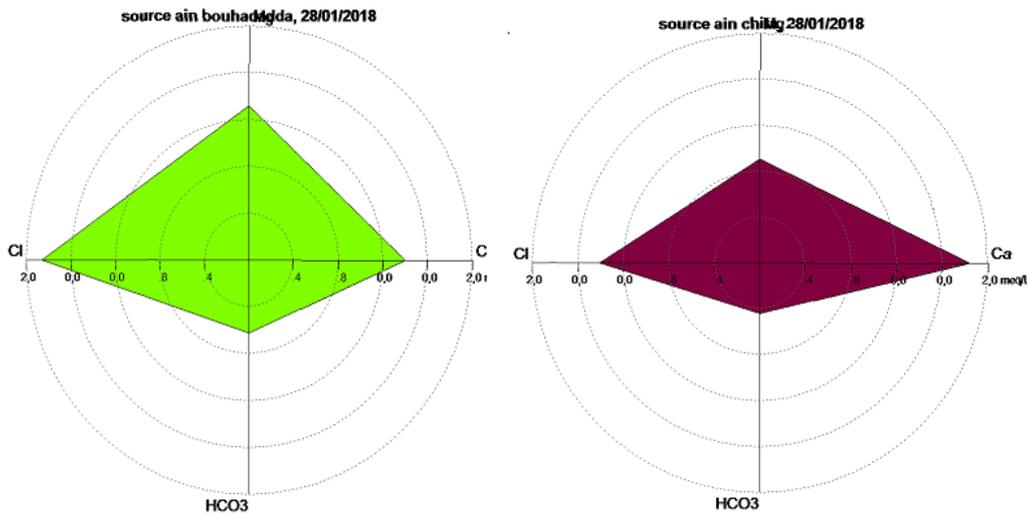


**Figure VI.24 : Diagramme Radial Ain Achour, Ain Bendjabalah**

Le graphique radial est utilisé pour comparer les valeurs de plusieurs paramètres pour un seul échantillon et comparer les ratios de ces valeurs pour de nombreux échantillons différents. Où la lecture est sur les cercles dans l'équivalent Mile et aussi les Cation est sur la droite tandis que les anion est sur la gauche, Grâce à la représentation graphique de radial de trois sources, nous trouvons les échantillons d'ions prédominants :pour source Ain Achour, les cations ( $Ca=1,2 \text{ meq/l}$   $Mg =0,8\text{meq/l}$ ) alors  $Ca>Mg$  , les anions ( $HCO_3=0,6\text{meq/l}$   $Cl=1,7\text{meq/l}$ ) alors  $Cl>HCO_3$

Pour source Ain Bendjabalah, les cations ( $Ca=1,8\text{meq/l}$   $Mg =0,8\text{meq/l}$ )  $Ca>Mg$ , les anions ( $HCO_3=0,8\text{meq/l}$   $Cl=1,7\text{meq/l}$ ),  $Cl>HCO_3$

### VI.3.6.2 Souces Ain Bouhadadda , Ain Chifa :

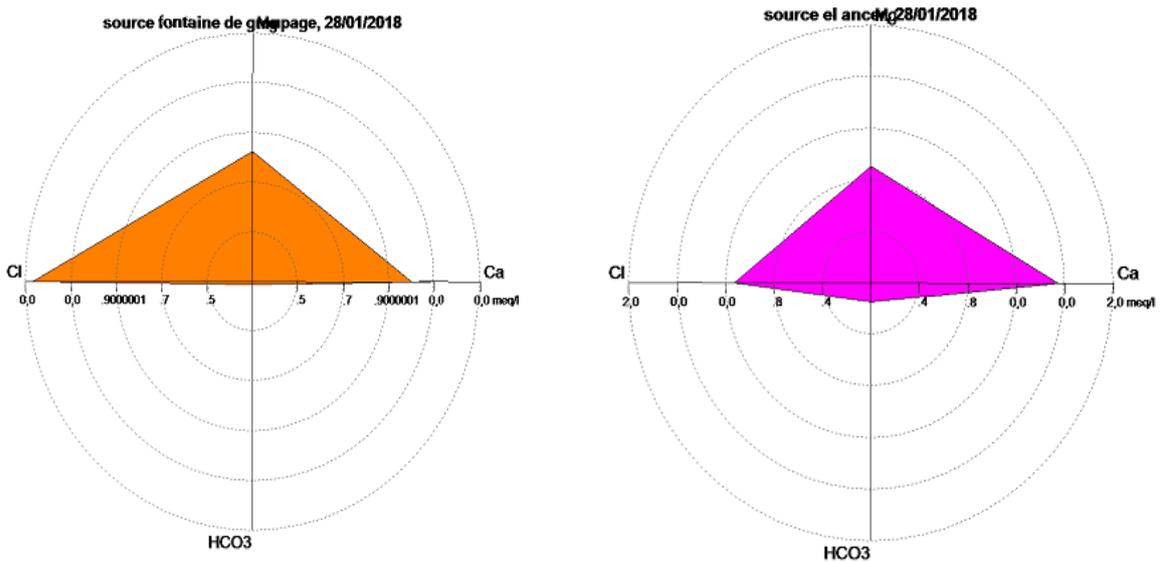


**Figure VI.24 : Diagramme Radial Ain Bouhadadda , Ain Chifa**

Pour sources Ain Bouhadadda, les cations ( $Ca=1,4 \text{ meq/l}$   $Mg =1,3\text{meq/l}$ ),  $Ca>Mg$ , les anions ( $HCO_3=0,6\text{meq/l}$   $Cl=2\text{meq/l}$ ),  $Cl>HCO_3$ .

pour source Ain Chifa, les cations ( $Ca=1,8\text{meq/l}$   $Mg =0,9\text{meq/l}$ ) alors  $Ca>Mg$  , les anions ( $HCO_3=0,45\text{meq/l}$   $Cl=1,4\text{meq/l}$  ) alors  $Cl>HCO_3$ .

**VI.3.6.3 source Fontaine De Groupage Et El Ancer :**



**Figure VI .25 : Diagramme Radial Fontaine De Groupage Et El Ancer**

## Chapitre VI : R é s u l t a t e t d i s c u s s i o n

2018

Grâce à la représentation graphique de radial de deux sources, nous trouvons les échantillons d'ions prédominants :

Pour source Fontaine De Groupage, les cations ( $Ca=1\text{meq/l}$   $Mg=0,8\text{meq/l}$ ),  $Ca>Mg$

les anions ( $HCO_3=0,05\text{meq/l}$   $Cl=1,25\text{meq/l}$ ),  $Cl>HCO_3$

Pour sources El Ancer, les cations ( $Ca=1,5\text{ meq/l}$   $Mg=0,9\text{meq/l}$ ),  $Ca>Mg$ , les anions

( $HCO_3=0,15\text{meq/l}$   $Cl=1\text{meq/l}$ ),  $Cl>HCO_3$

### VI.3.6.4 Sources Fontaine Mzata, Mouhkim(Oued Mahia) Et Parc Au Jeux :

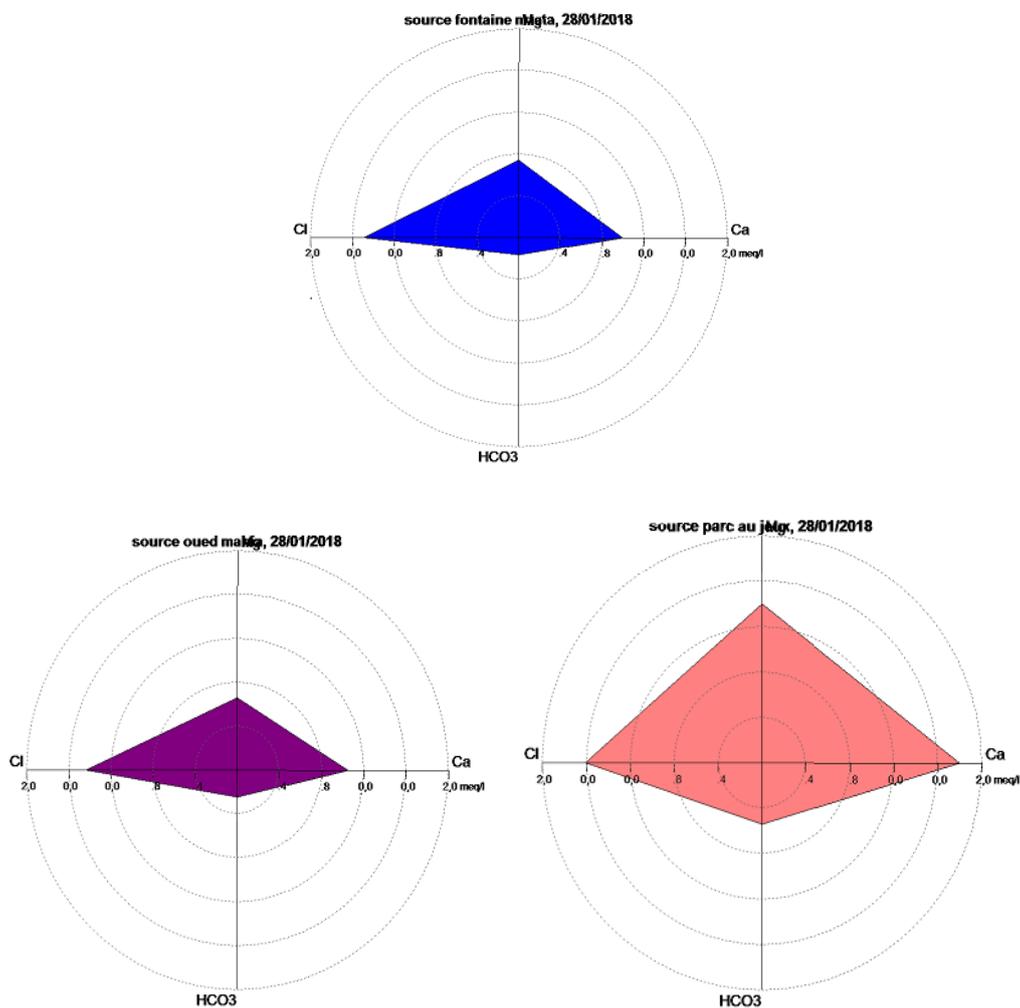


Figure VI.26 : Diagramme Radial fontaine Mzata, Ain Mouhkim, Et Parc Au Jeux

## Chapitre VI : R é s u l t a t e t d i s c u s s i o n

2018

Grâce à la représentation graphique de radial de trois sources, nous trouvons les échantillons d'ions prédominants : pour source Fontaine Mzata, les cations ( $Ca=0,95\text{meq/l}$   $Mg=0,7\text{meq/l}$ ) alors  $Ca>Mg$ , les anions ( $HCO_3=0,2\text{meq/l}$   $Cl=1,4\text{meq/l}$ ) alors  $Cl>HCO_3$   
Pour source Oued Mahia, les cations ( $Ca=1\text{meq/l}$   $Mg=0,6\text{meq/l}$ ),  $Ca>Mg$   
les anions ( $HCO_3=0,2\text{meq/l}$   $Cl=1,4\text{meq/l}$ ),  $Cl>HCO_3$   
pour sources Parc Au Jeux, les cations ( $Ca=1,8\text{meq/l}$   $Mg=1,4\text{meq/l}$ ),  $Ca>Mg$ , les anions ( $HCO_3=0,5\text{meq/l}$   $Cl=1,6\text{meq/l}$ ),  $Cl>HCO_3$

### VI.3.7 Diagramme Pie

#### VI.3.7.1 Sources Ain Bendjabalah, Ain Achour Et Ain Chifa :

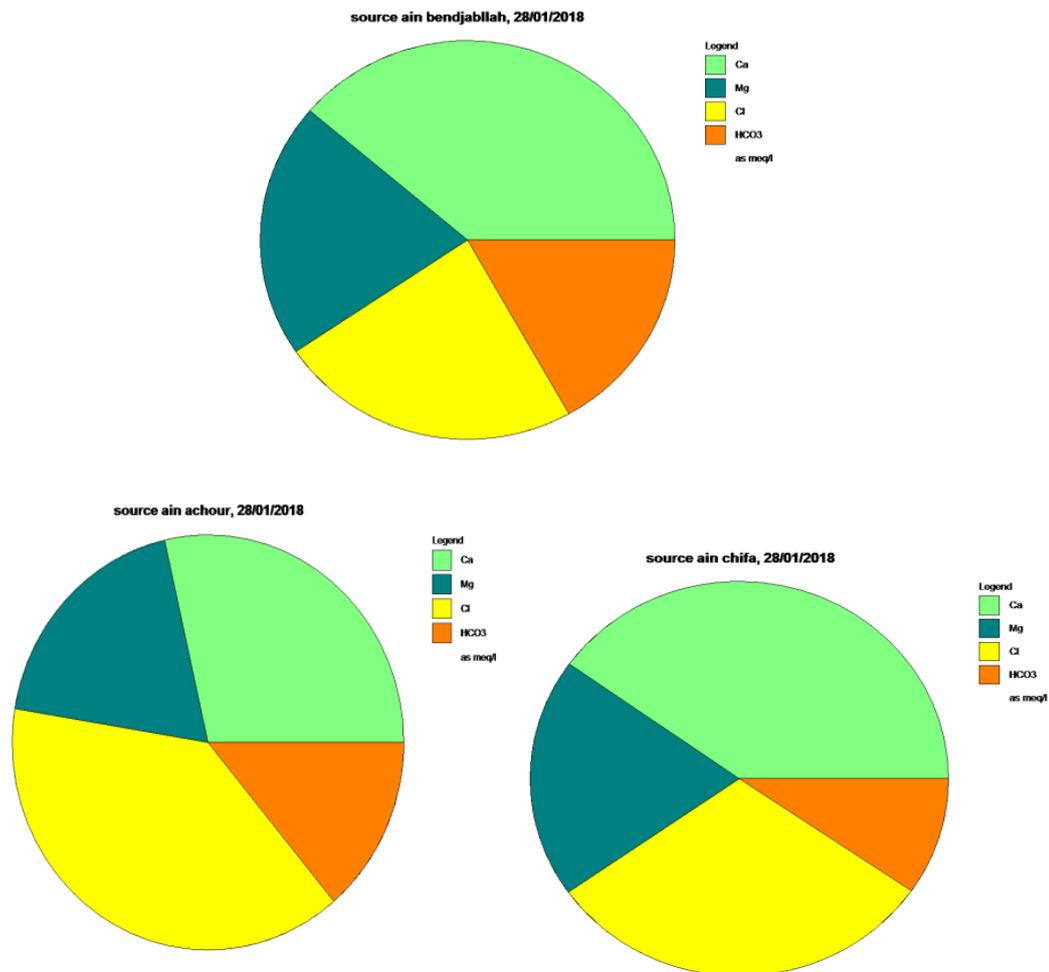
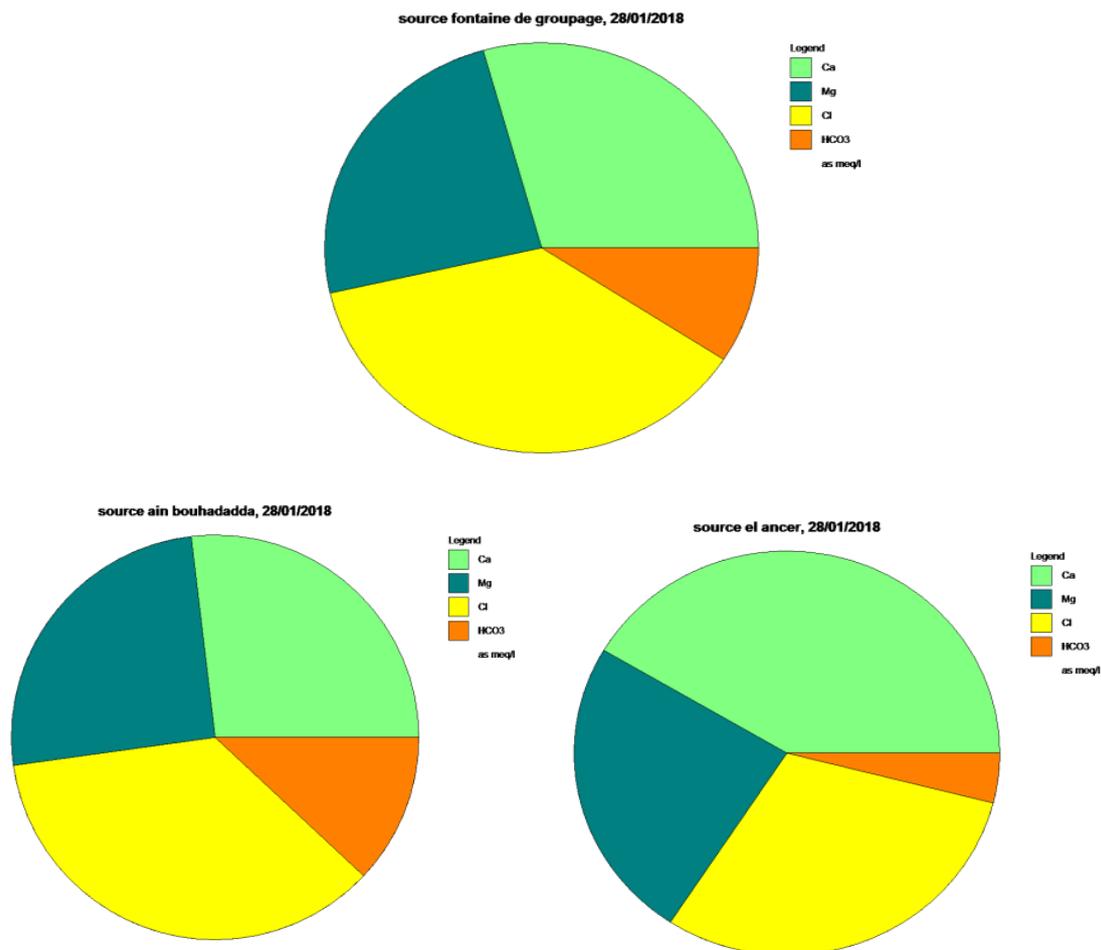


Figure VI.27 : Diagramme pie Ain Bendjabalah, Ain Achour Et Ain Chifa

D'après la classification pie pour trois sources on remarque les proportions suivantes : Ain Bendjabalah (15% HCO<sub>3</sub>, 27,78% Cl, 16,39% Mg, 40,83% Ca), Ain Achour (11,67% HCO<sub>3</sub>, 40,28% Cl, 18,06% Mg, 30% Ca) Et Ain Chifa (7,78% HCO<sub>3</sub>, 34,44% Cl, 15,56% Mg, 42% Ca).

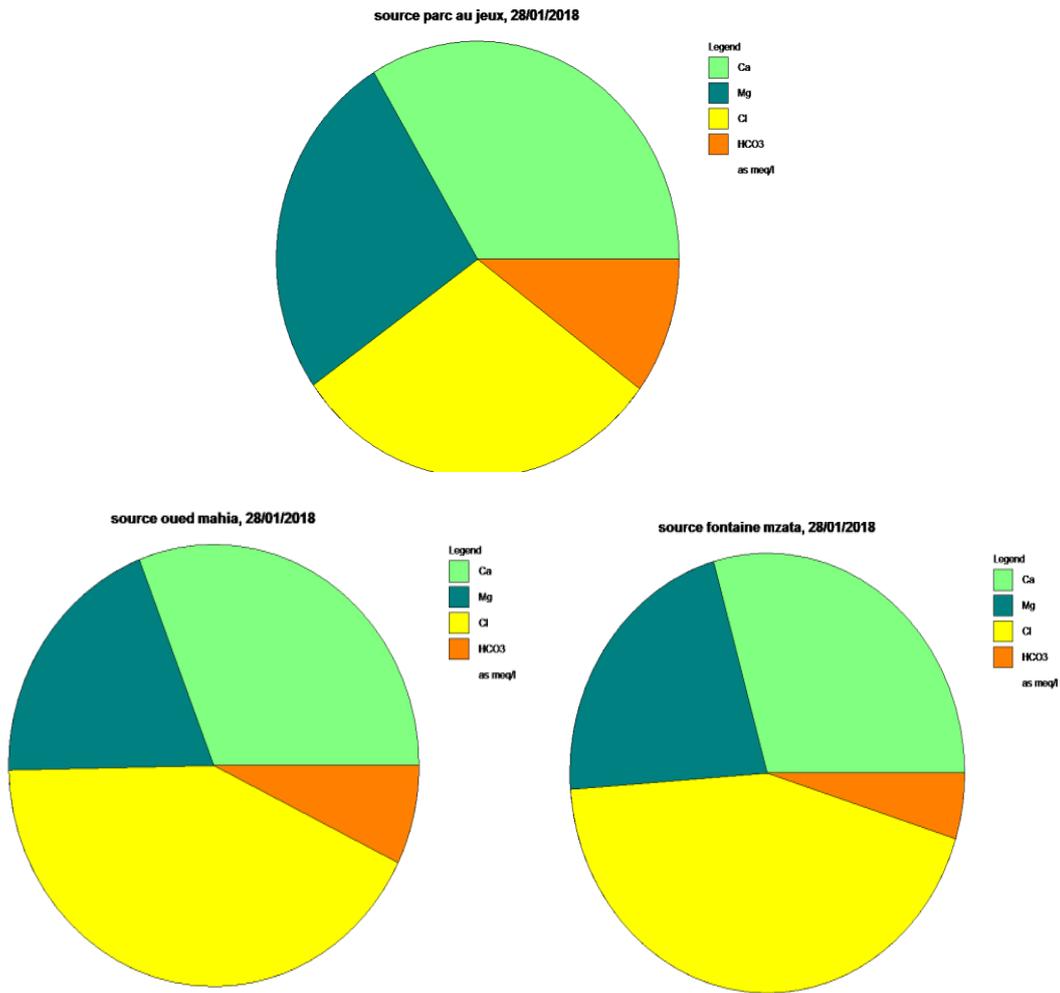
### VI.3.7.2 Sources Fontaine De Groupage, Ain Bouhadadda Et El Ancer :



**Figure VI.28 : Diagramme pie Fontaine De Groupage, Ain Bouhadadda Et El Ancer**

Un diagramme circulaire ou diagramme en secteurs est un type de diagramme utilisé en statistiques. il permet de représenter un petit nombre de valeurs par des angles proportionnels à ces valeurs, après la classification par le diagramme pie pour trois sources les éléments sont présents suivants les proportions : Fontaine De Groupage (40,56% Cl > 30,56% Ca > 21,67% Mg > 7,22% HCO<sub>3</sub>), Ain Bouhadadda (38,61% Cl > 27,22% Ca > 24,17% Mg > 10% HCO<sub>3</sub>) Et El Ancer (43,33% Ca > 33,33% Cl > 20% Mg > 3,33% HCO<sub>3</sub>).

## VI.3.7.3 Source *Parc Au Jeux, Mouhkim(Oued Mahia) Et Fontaine Mzata:*



**Figure VI.28 : Diagramme pie Parc Au Jeux, Mouhkim(Oued Mahia) Et Fontaine Mzata**

Après la classification plot pie pour trois sources sont enregistré : Parc Au Jeux (35,83% Ca >34,16% Cl >21,67% Mg > 8,33% HCO<sub>3</sub>), Mouhkim(Oued Mahia) ( 43,89% Cl >32,78% Ca >17,5% Mg >5,83% HCO<sub>3</sub> ) Et Fontaine Mzata (45,56% Cl > 30,56% Ca>20 ,28% Mg >3,61% HCO<sub>3</sub> ).

## VI.3.8 Diagramme stiff :

### VI.3.8.1 Source Ain Chifa

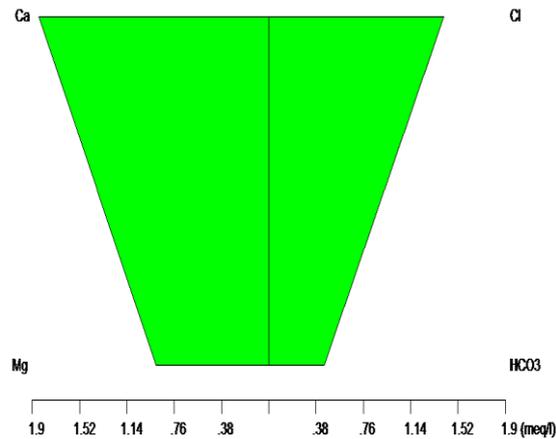


Figure VI .29 : Diagramme stiff source Ain Chifa

C'est une représentation graphique des analyses chimiques, largement utilisée pour afficher la composition des ions majeurs pour l'échantillon d'eau. Une forme trapézoïdale est créée à partir d'axes horizontaux parallèles répartis sur les deux côtés d'un axe vertical à axe zéro. Les cations sont dessinés en milliéquivalents par litre sur le côté gauche de l'axe zéro, un pour chaque axe horizontal, et les anions sont dessinés sur le côté droit, Grâce à la représentation graphique de Stiff des trois sources, nous trouvons les échantillons d'ions prédominants :pour Source Ain Chifa ,Ca-Cl ,Mg-HCO<sub>3</sub>

### VI.3.8.2 source El Ancer

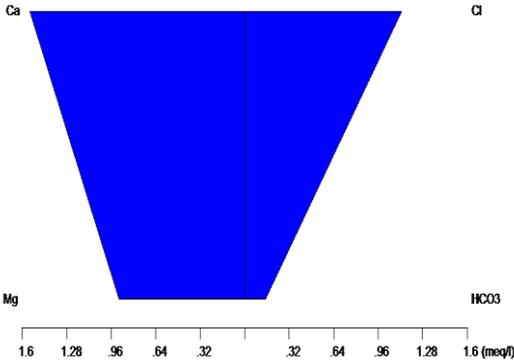


Figure VI.29 : Diagramme stiff El Ancer

Pour source el ancer Ca-Cl , Mg-HCO3,graphiquement forme trap é z o ï d a l

VI.3.8.3 source Ain bendjabalah

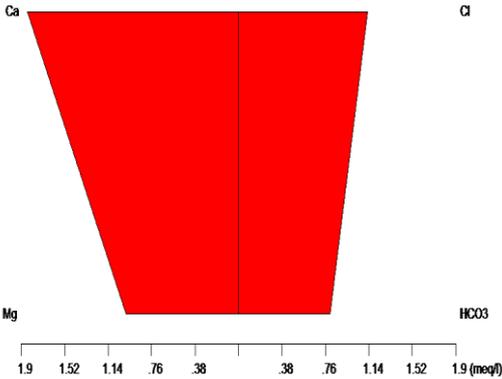


Figure VI .29 : Diagramme stiff Ain Bendjabalah

pour Sources Ain Bendjabalah Ca-Cl , Mg-HCO3, graphiquement trap é z o ï d a l

# Chapitre VI : R é s u l t a t e t d i s c u s s i o n

## VI.3.8.4 Source Ain Bouhdadda

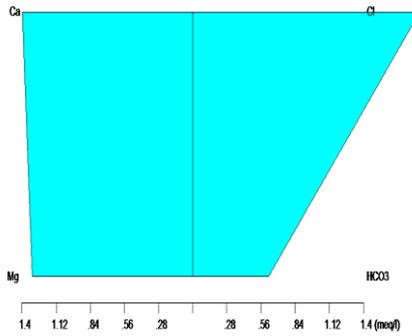


Figure VI.30 : Diagramme stiff Ain Bouhdadda

pour Source Ain Bouhdadda Cl-Ca ,Mg-HCO3 ,forme trap é z o ĩ dal

## VI.3.8.5 Source Fontaine mzata

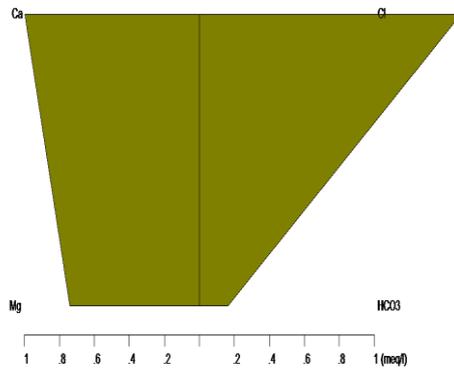
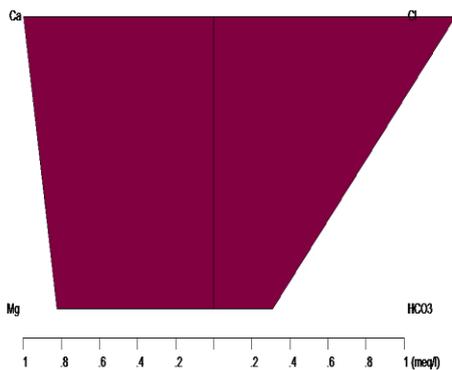


Figure VI.30 : Diagramme stiff Source Fontaine mzata

pour sources Fontaine Mzata : Cl-Ca , Mg-HCO3 , forme trap é z o ĩ dal

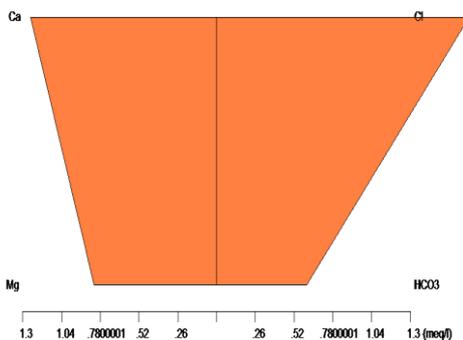
## VI.3.8.6 Source Allali Hocine(Fontaine De Groupage)



**Figure VI.30 : Diagramme stiff Source Allali Hocine (Fontaine De Groupage)**

Pour Fontaine De Groupage : Cl-Ca , Mg-HCO<sub>3</sub> forme trap é z o ï d a l

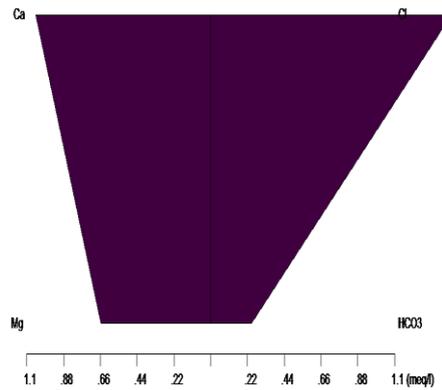
### VI.3.8.7 Source Ain Achour



**Figure VI.31 . Diagramme stiff Ain Achour**

pour source Ain Achour Cl-Ca , Mg-HCO<sub>3</sub> forme trap é z o ï d a l

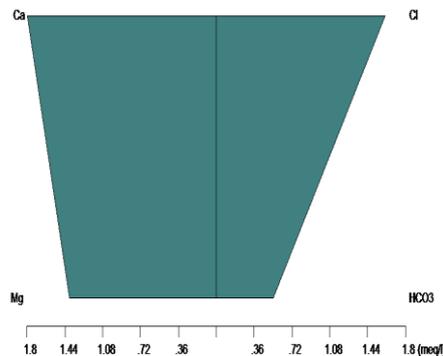
### VI.3.8.8 Source Mouhkim (Oued Mahia)



**Figure VI.31 . Diagramme stiff Mouhkim (Oued Mahia)**

Pour Mouhkim(Oued Mahia) : Cl-Ca , Mg-HCO<sub>3</sub> forme trap é z o ï d a l

### VI.3.8.9 Source Parc Au Jeux



**Figure VI.31 . Diagramme stiff Parc Au Jeux**

pour sources Parc Au Jeux : : Ca-Cl , Mg-HCO<sub>3</sub> forme trap é z o ï d a l

### VI.4 Discussion des m é t h o d e s e t r é s u l t a t s

Les objectifs ont é t é d o u b l e s . T o u t d ' a b o r d , a p p l i q u e r e t a n a l y s e r l e s r é s u l t a t s o b t e n u s a v e c l e s d i f f é r e n t e s t e c h n i q u e s q u i o n t é t é u t i l i s é s a u c o u r s d e c e t t e é t u d e . L ' u n d e s d e r n i e r s o b j e c t i f s d e c e t r a v a i l a c o n s i s t é à d é t e r m i n e r l e s q u e l s p o u r r a i e n t ê t r e p l u s f a c i l e m e n t i n t e r p r é t é s e t a p p l i q u é s à u n e a n a l y s e d ' u n e n s e m b l e d e d o n n é e s s u r l e s e a u x s o u t e r r a i n e s s a n s q u ' i l s o i t

nécessaire d'être un hydrogéologue expert. Ainsi, la facilité d'interprétation et le degré d'explication donnés sur les processus qui pourraient affecter les échantillons d'eau analysés.

En ce qui concerne les résultats obtenus, les techniques classiques d'étude pour l'analyse chimique ont été les plus visuelles et les plus faciles à comprendre. Cependant, ils n'ont pas toujours été utiles pour expliquer l'état chimique de nos échantillons ou pour interpréter les processus. Dans certains cas, cela est dû au diagramme lui-même et parfois aux limitations du logiciel avec lequel il a été représenté

- Les diagrammes Radial et Stiff n'ont pas donné de résultats intéressants car il n'a pas été possible avec le logiciel disponible de représenter les échantillons avec différentes échelles en fonction de leurs plages de valeurs. Comme il n'y a pas deux types d'eaux distinctes, les diagrammes n'ont pas montré de groupes distincts. Le problème ne reposait pas sur la technique elle-même mais sur nos échantillons de données.

Des résultats plus intéressants ont été obtenus avec des diagrammes pie (ou diagramme circulaire). Ces diagrammes conduisent à une visualisation rapide des ions dominants ainsi que de leurs variations spatiales quand ils sont représentés sur une carte. Aquachem, cependant, ne permet pas une intrigue pour chaque échantillon proportionnelle à la somme de ses ions et, par conséquent, faire des interprétations quantitatives n'est pas possible.

Les diagrammes de Piper, de Durov et le diagramme de dispersion sont des techniques qui ont été utiles pour représenter les processus chimiques tels que le mélange de l'eau. Cependant, le mélange peut être facilement confondu avec l'échange d'ions et ces techniques doivent être interprétées avec soin. Cela se produit probablement avec les hydrogrammes de l'évolution de la concentration en ions.

Enfin, les diagrammes de Schoeller-Berkaloff pourraient être un outil intéressant pour interpréter les groupes d'eau ou l'évolution spatiale, mais cela nécessite une certaine expertise.

En ce qui concerne le logiciel Aquachem pour les techniques hydrochimiques est considéré comme un bon outil pour les diagrammes. Il dispose d'un outil intéressant pour la représentation graphique et l'analyse de dispersion qui est une première approche de l'analyse statistique. Cependant les fonctionnalités supplémentaires d'Aquachem méritent d'être commentées. Les conversions d'unités de données et l'ordre des paramètres dans les affichages hydrochimiques sont automatiquement effectués. Le code calcule également les indices de saturation, ce qui pourrait être utile pour comprendre les interactions entre l'eau et

## Chapitre VI : Résultat et discussion

la roche mère. Toutefois, pour pouvoir utiliser cette option, il est nécessaire d'effectuer une importation spécifique et plus laborieuse des données. Il a également montré quelques erreurs conceptuelles telles qu'un mélange linéaire d'échantillons d'eau. Enfin, son manque graphique le plus important est qu'il n'a pas la possibilité de définir différentes échelles pour différents groupes d'échantillons.

### Conclusion :

L'eau est un bijou pr é c i e u x et un facteur cl é Dans le d é v e l o p p e m e n t é c o n o m i q u e et social du pays n é c e s s i t e beaucoup d'attention Surtout en termes de qualité

Le massif de l'Edough renferme dans son sous sol un potentiel hydrique assez important, constitué par un réseau de sources utilisées essentiellement pour l'alimentation en eau potable .

La région reçoit de fortes pluies de novembre à janvier, et nous avons enregistré la valeur maximale en décembre, s'appréciant d'environ 229,9 mm(mensuel ) par mois en mai, Juin , juillet et aout. La valeur la plus basse a é t é enregistr é e en juillet et est estim é e à 6,9mm (mensuel) car la zone est caract é r i s é e par une temp é r a t u r e basse. Lorsque le maximum enregistré en août est estim é e à 24 ,8 ° C et le plus bas de janvier quand il est enregistr é e 7 ,51 ° C , Ces donn é e s climatiques peuvent ê t r e analys é e s dans la r é g i o n de S é r a i d i

Le type humide (M é d i t e r r a n é e) se caract é r i s e par deux saisons distinctes: humide et marqu é e Fortes pluies de d é b u t novembre à d é b u t mai, Les basses temp é r a t u r e s, l'autre sec, sont relativement courtes fin mai Jusqu'en septembre.

La g é o l o g i e de la montagne Edough est une vaste diversion compos é e principalement de gneiss coll é s par les micaschistes. Dans le Massif de l'Edough, naissance Les sources semblent ê t r e li é s à des blocs fragiles et à des changements superficiels dans le sous-sol.

Apr è s avoir atteint neuf sources à Seraidi, nous avons calcul é e le d é b i t de chacune de ces sources o ù le d é b i t é t a i t limit é e entre 0,1 – 1 L /S .

Apr è s avoir obtenu les donn é e s pour l'eau pour ces sources é t u d i é e s et traduites par les colonnes du graphique nous montre de la discussion que la plupart de ces é c h a n t i l l o n s ne d é p a s s e n t pas la norme, ce qui indique que l'eau de ces sources potable

Avec l'aide de logiciel Aquachem, nous avons trait é e t discut é e s é c h a n t i l l o n s ou les sources en g é n é r a l en utilisant les diagrammes suivants : piper, schoiller ,ternary , durov ,stiff , pie ,radial ,

Référence :

Référence de recherche bibliographique :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-qualite-eau-Quelle-situation\\_NappeH2OSouterrai](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-qualite-eau-Quelle-situation_NappeH2OSouterrai)

<https://www.aquaportail.com/definition-7162-eaux-souterraine.html>

Référence chapitre 01

<http://www.univ-soukahrass.dz/eprints/2013-966-c12ff.pdf>

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software

<http://www.foxitsoftware.com> For evaluation only.

Thèse doct benouara nawel

.Le massif de l'Edough

(Hilly, 1962 ; Villa, 1970 ; Bossière et al, 1976 ; Ilavsky et Snopkova , 1987 ; Gleizes et al., 1988 ; Marignac, 1985 ; Monié et al., 1992 ; Hammor 1992 ; Ahmed Saïl et Leake 1993 ; Aissa et al., 1995 ; Caby et al., 2001 ; Laouar et al., 2002)

(Villa, 1970, 1980 ; Latouche et al., 1976)

(Hilly, 1962; Durand Delga, 1969 ;Bouillin,1977)

(Marignac et Zimmerman, 1983 ; Caby et Hammor 1992 ; Aissa,1996)

Description lithologique

(Hammor 1992;Hammor & Lancelot 1998)

(Ilavsky & Snopkova 1987)

(Gleizes et al.1988; Caby)

Fetage. r atre.1987

(Hilly 1962; Marignac 1976, 1985)

(Aissa et al. 1995)

Smaier k1eta 1992.

(Marignac & Zimmermann 1983)

(D'après Hilly, 1962., Vila, 1980., Hammor,2002., et Laouar et al, 2002)

(Bossières et al, 1976., Aissa,1985, 1996., Hammor, 1992., Monié et al., 1992)

(vila, 1970., Marignac, 1985)