

REPEBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère De l'enseignement Supérieure

Et de la Recherche Scientifique

Université D'ABBES LAGHROUR-KHENCHELA

Faculté de science de la nature et de la vie

Département d'Ecologie et environnement



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention d'un diplôme

MASTER

Filaire : Ecologie et environnement

**Option : protection et décontamination des eaux et
des sols polluées**

Thème

***Contribution à l'études hydrogéologique et hydrochimique
des eaux souterraines des aquifères de Khenchela : cas de
Tamza***

Présenté par:

1. ATTIA ASMA

Encadré par :

MLL. BOUMAIZA IMAN

Soutenu le : 2016

Jury de soutenance :

- **Président : Dhif Allah Tarek M.A.A** .Univ. Khenchela
- **Encadreur : Boumaiza Iman M.A.A** .Univ. Khenchela
- **Examineur : Chalih Fatiha M.A.A** .Univ. Khenchela

Promotion : 2015 /2016

***Laboratoire ou le travail a été réalisé : Laboratoire régionale –Est- Oum El
Bouaghi***

REMERCIEMENTS

A la fin de ce travail ; je ne manquerais pas d'adresser mes sincères remerciements a notre dieu le grand créateur qui ma guidé dans mes pats pour arriver à ce niveau.

*J'ai l'honneur d'avoir comme encadreur madame **IMEN BOUMAIZA**, qui n'a pas hésité à me faire confiance, et d'avoir accepté de partager ses connaissances et son expérience pour mener à son terme ce mémoire de master, qui elle soit remercié pour ses conseils et son soutien constant tout ou long de mon travail de recherche.*

*Je voudrais également remercier tous **mes enseignant** du **département de biologie** de l'université **Abbes Laghror khenchela**.*

*J'adresse également mes vifs remerciements aux **membres du jury** pour avoir bien voulu lire, commenter et débattre mon travail.*

*Que m'amie **SARA FEDEL** soient remercié pour leur aidé précieuse pendant la réalisation de ce travail, surtout durant les moments difficiles.*

ASMA

DÉDICACE

Plus que jamais je dédie ce modeste travail à *mes parents*

Et j'aimerais qu'il soit le témoignage de leurs consécration et leurs fois en moi.

A celle qui m'a imprégné de l'essence de son être, de sa
Générosité, et de sa gentillesse n'a jamais cessée d'être là pour
Moi: c'est à toi *ma mère* que je dois ce travail.

A celui qui n'a cessé de me procurer son aide durant mes
Années d'étude : à toi *mon père*, je dédie ce travail qui est le
Fruit de ta patience et de ton éducation.

Je le dédie aussi à tous ma familles, la famille *Attia*

Pour ma petite famille : mon mari *FARES*, mes enfants et mes yeux
AYHEM et *MILINA*

Pour mes frères : *MOUNAIM, WAHID*

Pour mes sœurs : *INES, MANEL, NIHAD*

Et leurs maris: *KARIM, RAFIK, SOUFAINÉ*

Pour leurs enfants : *AMINE, SIRINE, RITEL, IYED* et *MEYCENE*

Je dédie à la famille *BENNADJI* surtout mes oncles *MOUSSA* et *KAMEL*
et leurs familles

Pour ma deux éme famille : le père *BERHAJAL* la mère *MALIKA*

Mes frères : *TAREK, SALAH* et *RAMI*

Mes sœurs : *SAMIHA* et *SONIA*

Leurs enfants *MARAM KHALED* et *DORSAF*

Pour mes *Cousins* et mes *Cousines*

Pour mes *Oncles*, mes *tantes* et mes *grandes mères*

Pour la famille *REDEH*, *BENHSSINE* et la famille *CHORFI*

A tous mes amies et mes collègues surtout mon amie *SARA fedel*

SOMMAIRE

Dédicace

Remerciement

Résumé

Introduction général

Chapitre I :Cadre générale de la zone d'étude

I Cadre générale.....	05
I-I Cadre général de khenchela.....	05
I-I.1 Situation géographique de la région de Khenchela.....	05
I-I.2 Géologies.....	07
I-II Cadre général de Tamza.....	09
I-II.1 Situation géographique et administrative de Tamza.....	09
I-II.2 Climat de Tamza.....	09
I-II.3 Besoin /Ressources en eau	09

Chapitre II :Hydrogéologie et géométrie des aquifères

I-Introduction.....	10
II- le système aquifère de la région de Khenchela.....	10
II -1 Interprétation de la coupe hydrogéologique.....	10
II -2 Interprétation de la coupe hydrogéologique.....	11
III -Etablissement des cartes piézométriques.....	12
III-1 Le Quaternaire	12
III-2 Le Crétacé.....	13
IV-Identification quantitative des aquifères.....	13
IV-1 Les formations du Quaternaire.....	13

IV-2 Les formations du Crétacé.....	14
V- Synthèse et délimitation des aquifères	14
V-1 La synthèse des données de forage permet la délimitation suivante des aquifères....	14
VI-Conclusion.....	15

Chapitre III : *Hydro- climatologique*

I. Introduction.....	16
II. Les facteurs climatiques de la région de Khenchela.....	16
II.1.Le climat.....	16
II. 1.2.Températures	16
II.1.3.Précipitations.....	18
III. Synthèse climatique.....	19
III.1.Indice d'aridité de Martonne.....	19
III.2.Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	19
III.3.Clima Diagramme d'Emberger.....	20
IV. Le bilan hydrique.....	23
IV.1.Bilan hydrologique selon la méthode de Thornthwaite.....	23
IV.2. L'évapotranspiration potentielle (ETP).....	23
IV.3. Évapotranspiration réelle (ETR).....	24
IV .4. Interprétation du bilan hydrique.....	27
IV.5. Estimation du bilan d'eau.....	28
V. Conclusion.....	28

Chapitre IV :Synthèse hydrochimique

I- L'analyse hydrochimique.....	29
I- 1- Introduction.....	29
I-2- Etudes des paramètres physico-chimiques.....	29
2-1-Paramètres physiques.....	29
1.Température.....	29
2. le Ph.....	30
3. La conductivité électrique.....	30
4. TDS.....	32
2- 2-Paramètres chimiques.....	32
1- Les différents éléments chimiques.....	32
♦ Le calcium Ca^{++}	33
♦ Le magnésium mg^{++} :.....	33
♦ Le sodium et le potassium (Na^+ , K^+) :.....	34
♦ Les sulfates (SO_4^-) :.....	34
♦ Les bicarbonates HCO_3	35
♦ Les chlorures cl^- :.....	35
I-3- Faciès chimique des eaux	36
3- 1- Classification de PIPER.....	36
3- 2- Classification de Scheoller Berkalofo.....	37
I-4 - Origine des éléments.....	38
I-5 Conclusion.....	39

Conclusion générale

Les annexes

Liste des tableaux

Liste des figures

Références bibliographiques

Introduction Générale :

Les besoins en eau de la région de Tamza se trouvant au Sud- Est algérien, sont assurés par les eaux souterraines de l'aquifère superficiel du Quaternaire. L'eau de la nappe est accessible à l'aide de forages de profondeur moyenne (100 à 150 m), de ce fait, l'exploitation de cette nappe n'a cessé d'augmenter et les prélèvements deviennent supérieurs aux ressources régulatrices. une chute moyenne du niveau de la surface piézométrique de 1 à 2 m.an-1 a été entraînée suite à la surexploitations des eaux souterraines Cet état, associé à la sécheresse, a provoqué le tarissement de nombreuses sources et a induit une dégradation de la qualité chimique, illustrée par l'augmentation de la salinité des eaux. Il est clair qu'un certain nombre de processus hydrogéochimiques se produisent au cours de cette évolution, qu'il convient d'identifier.

L'objectif de cette étude est d'identifier les processus responsables de l'évolution de la chimie des eaux souterraines. La compréhension du fonctionnement de ce système, nécessite donc la combinaison d'outils hydrochimiques et géologique, qui offre une alternative intéressante pour préciser son fonctionnement.

contribuant ainsi à la compréhension des processus qui régissent le fonctionnement de ce système aquifère.

Pour réaliser cette étude, nous avons adopté la méthodologie suivante :

- Dans la première partie nous avons abordé un cadre général de la zone d'étude présentant son positionnement géographique et ainsi sa géologie à fin de voir l'influence de la lithologie sur la qualité des eaux de surface;
- Dans la deuxième partie nous avons essayé d'étudier les caractéristiques hydrogéologiques qui jouent un rôle important sur le ruissèlement et donc sur le volume d'eau stocké et sur le comportement hydrologique;

- Dans la troisième partie nous avons une approche hydroclimatologique est déterminer à fin d'analyser les facteurs climatiques qui influent sur les débits instantanés au niveau des stations de prélèvement d'eau destinée à l'analyse physico-chimique;
- Nous avons achevé notre travail par une étude approfondie de la qualité des eaux par analyse physico-chimique de 10 points de prélèvement et faire ainsi une synthèse hydrochimique .

Chapitre I Cadre générale de la zone d'étude

I Cadre générale

I-1 Situation géographique de la région de Khenchela

La région de Khenchela est située au Nord de l'Algérie, au Sud-Est du constantinois ; au contrefort du mont des Aurès entre 34° 06' 36'' et 35° 41' 21'' latitudes Nord ; et entre 06° 34' 12'' et 07° 35' 56 '' de longitudes Est, située à une altitude moyenne de 1122 m. Distance de 570 Km de la capitale Alger .Sa superficie est de 9811 Km² (superficie agricole est de 963.014 Ha); **50%** actives dans les zones agricoles [DSA, 2015].

Elle est composée de **21**communes et **07** daïra. Elle est limitée géographiquement au :

Nord : par la Wilaya d'Oum El Bouaghi.

Sud : par la wilaya d'El Oued.

Est : par la wilaya de Tébessa.

Ouest : par la wilaya de Batna.

Sud- Ouest : par la wilaya de Biskra [Khabtane 2010].

La région de Khenchela se distingue par ses milieux physiques et naturels très diversifiés et à facettes multiples, alliant entre :

***Paysages telliens** (zones de haute montagne, bien arrosées et bien boisées à paysages verdoyants) : Monts des Aurès occupant la partie ouest de la wilaya.

***Paysages de hautes plaines** (hautes plaines céréalières semi-arides) pour la partie Nord de la wilaya.

***Paysages steppiques et sahariens composés** : de monts totalement dénudés et érodés (monts des Némenchas à l'Est), d'oasis (Siar, Khirane et El Ouldja) et de basses plaines (El Meita et Ouazerne) [Khabtane 2010]. Elle est caractérisée par sa vocation agrosylvopastorale ou la superficie agricole représente 22%, les forêts 12% et la steppe représente 49% de la superficie totale.



Fig 01 : Situation géographique de la région de Khenchela [Chaffai et al. 2013].

I-2 Géologies

La région de Khenchela est caractérisée par trois zones naturelles qui peuvent être distingué comme suit :

***Au Nord** : c'est le bassin miocène de Timgad et de Douffana. C'est une zone plate, steppique qui correspond à la bordure méridionale de la grande dépression de Garat El Taref.

***Les parties occidentales et centrales** constituent la terminaison périclinale Nord/Est de la chaîne des Aurès, région caractérisée par les Diapirs triasiques.

***La zone méridionale** au Sud constitue les monts des Némenchas ; et plus au Sud, c'est la zone plate qui correspond à la bordure septentrionale du pays des chotts (**Khabtane 2010**).

Du point de vue tectonique, le territoire de la Wilaya de Khenchela est situé au Nord de la flexure sud atlasique. Les reliefs montagneux sont très accidentés par des failles. On rencontre deux principales familles :

- La première correspond aux plus grande failles de direction Est/Ouest à Nord-Est/Sud-Ouest.
- La seconde celle des plus petites et dont la direction est de Nord-Ouest/Sud –Est.

Ces deux types de failles sont verticaux [**Khabtane 2010**].

Les formations prédominantes sont celle du Quaternaire au sommet, avec une épaisseur assez limitée en largeur et illimitée et non prospectées en profondeur à défaut de logs stratigraphiques des forages et des sondages électriques profonds. Le secondaire et le tertiaire sont représentés par les grès Miocène au sommet d'une longueur de 25 à 30 km qui reposent en discordance sur le Crétacé est inférieur avec des calcaires de l'Albo-Aptien. Cet ensemble est traversé par le Trias qui a formé des aréoles de contact sur une longueur de 13 km qui se prolonge depuis Hammam Jaarir à l'ouest, Hammam Essalihine au centre vers hammam Elknif à l'Est.

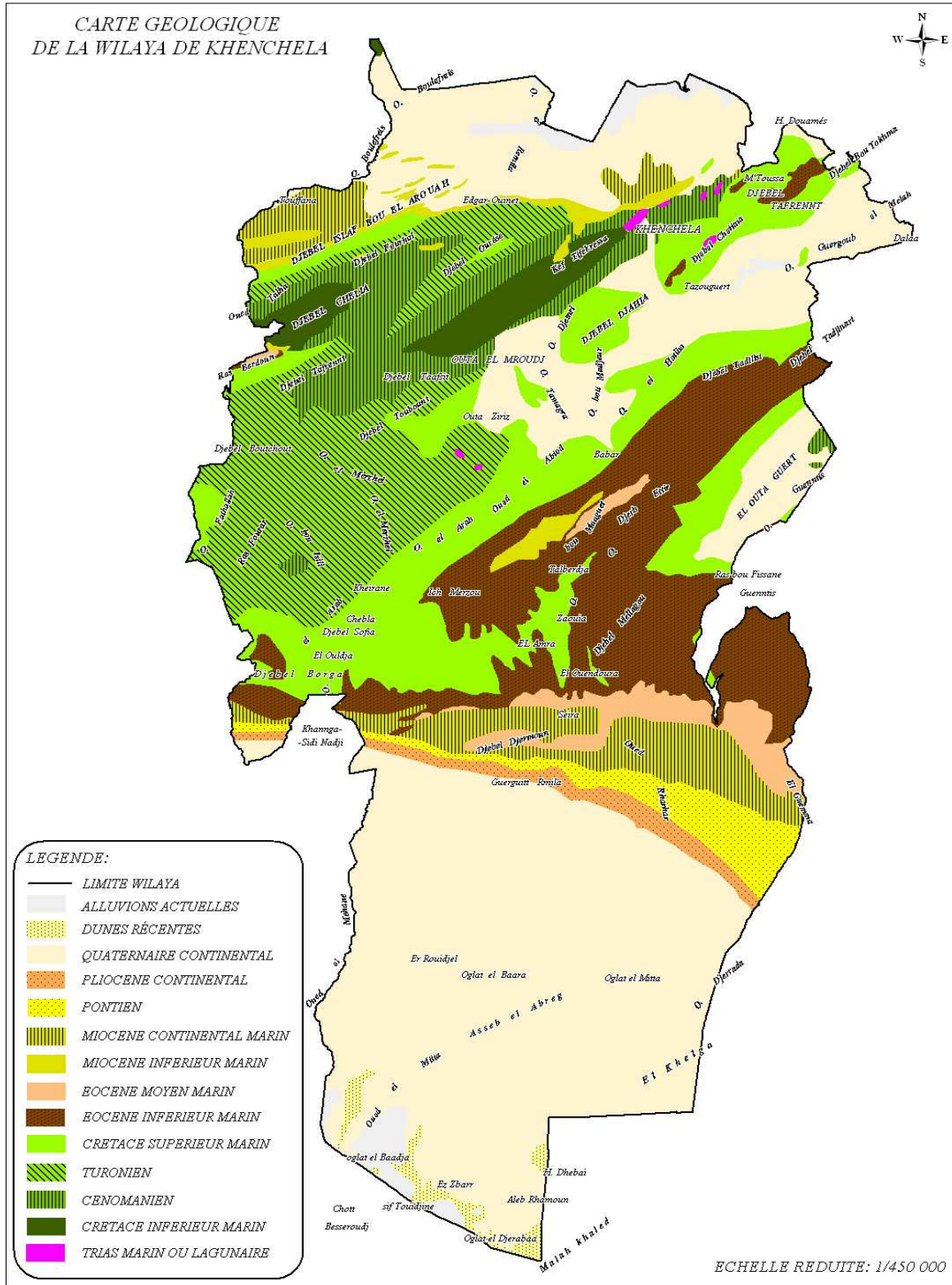


Fig02 : Carte géologique de la wilaya de Khenchela. (Source DPAT, 2)

II Cadre général de Tamza

II.1 Situation géographique et administrative de Tamza

La commune de Tamza, issue de la commune mère El hamma lors du découpage administratif, a été créée en 1984. Elle est attachée administrativement à la daïra d'El hamma et se situe géographiquement au milieu du territoire juridique de la wilaya de khenchela. Elle est limitée :

Au nord : par les communes de kais et d'El Hamma.

Au nord est : par la commune de N'sigha

Au nord Est : par la commune de Bouhmama

A l'Ouest : par la commune de Chelai

Au sud : par la commune de Babar et de Khierane

Occupant une superficie de 325 Km² et avec une densité de 20 heb/ Km² Elle s'étend sur un axe de: Latitude : 35.3094440 35°18'33"

Longitude: 6.8302780 6°49'49"E [INTERNET www.wilaya-khenchela.dz]

II.2 Climat de Tamza

Les hivers sont très froids, la température atteint parfois les -18 °C sans facteur humide. Les étés sont très chauds. Le thermomètre affiche parfois 50 °C à l'ombre. Les variations de température sont très importantes dans cette région du monde. Dans les Aurès, la température estivale varie de 30 à 38 °C. La pluviométrie indique 100 mm en moyenne annuelle. Cependant, des pluies diluviennes sont constatées dans les Aurès. Les dégâts causés par des crues peuvent être considérables.

II.3 Besoin /Ressources en eau

La superficie des terres irrigable est estimée à 310.000 has dont 200.000 has pour la zone nord et 110.000 has pour la zone sud(en absence d'études pédologiques concernant et totalité de la wilaya et dont la commune de Tamza 75 ha

Tab n° 01 perimetres d'irrigation a caractère collectif

Commune	Lieu-dit	superficie	Origine de la ressource
Tamza	Ougaat harath	30 ha	01 forage
	srir	15 ha	01 forage
	Chentgouma	30 ha	Eaux de surface

Chapitre II Hydrogéologie et géométrie des aquifères

I-Introduction

La wilaya de Khenchela située à l'Est du pays, au Sud-Est du Constantinois et au contrefort du Mont des Aurès, elle s'étend sur une superficie de 9 811 km². Elle est composée de 21 communes représentées par 08 daïra et confine avec les wilayas de: Oum El Bouaghi au Nord, El Oued au Sud, Tébessa à l'Est, Batna à l'Ouest et Biskra au Sud-Ouest. L'étude hydrogéologique repose sur l'identification du système aquifère, sa géométrie, ses limites et son alimentation. L'ensemble du système d'écoulement souterrain est défini par la piézométrie des différentes structures et unités géologiques représentées par quatre types de nappes qui constituent le système aquifère de Khenchela

- **La nappe superficielle** : Il s'agit des nappes phréatiques dont la profondeur moyenne varie de 5 à 30m et sont exploitées essentiellement par des puits.
- **La nappe des plaines d'effondrement** : Comblées par un remplissage d'alluvions importantes alimentées par les précipitations et les oueds qui les traversent. Leurs profondeurs variant de 100 à 200 m et son d'âge miopliocène.

Dans ces plaines d'effondrement on peut associer les nappes des calcaires fissurés du Turonien et du Miocène dont la profondeur dépasse les 300m.

- **La nappe des calcaires fissurés** : L'épaisseur de certaines formations carbonatées dépassent les 250m et constituent la nappe des calcaires maestrichtiens.
- **La nappe des formations continentales** : Localisées essentiellement dans la région Sud de la wilaya, leurs profondeurs varient de 200 à 600m.

II-le système aquifère de la région d'étude

Pour comprendre le système aquifère de secteur d'étude, deux coupes hydrogéologiques sont disponibles :

II-1-Interprétation de la coupe hydrogéologique

Cette coupe de direction NW-SE est réalisée grâce à la carte géologique de Toufana (J.M Vila, au 1/50 000) et la carte piézométrique. La coupe hydrogéologique montre l'aquifère superficielle du Mio-Quaternaire qui est constitué par des Glacis polygénique du Quaternaire et des grés blanc grossiers du Tortonien Supérieur. Cela traduit, un aquifère a nappe libre dont le niveau piézométrique est subhorizontal et s'incline vers le Sud-Est (30m au NW et 5m au SE), il s'approche de plus en plus de la surface en s'avancant vers le massif du Djebel Islabor el Arouah.

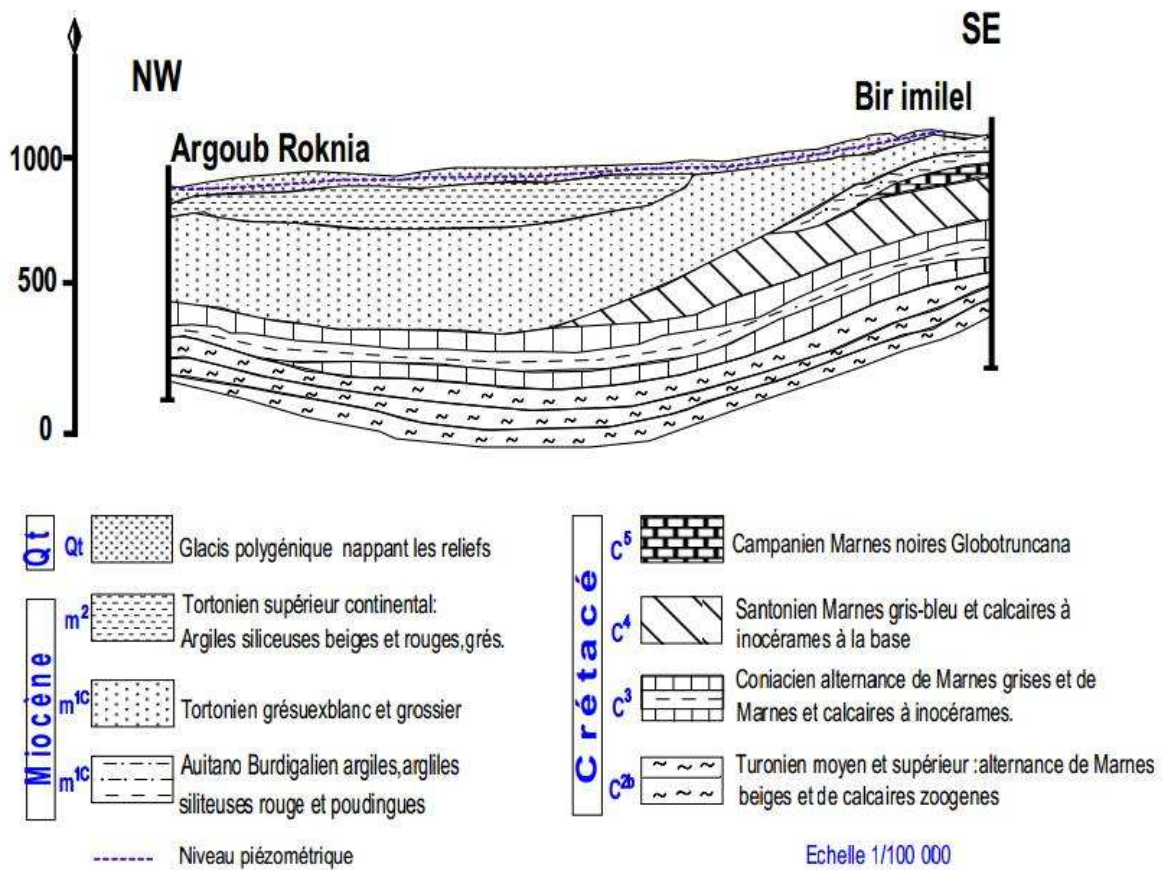


Fig 03 : Coupe hydrogéologique schématique I

II- 2- Interprétation de la coupe hydrogéologique

Cette coupe est de direction Nord-Ouest Sud-Est, montre deux formations assez importantes, l'une est superficielle à porosité d'interstice et l'autre profonde, à porosité de fissures.

La première est représentée par des sables, des sables marneux, des graviers, des grés et des conglomérats. Cette formation est perméable formant une nappe libre. Au Sud- Ouest, cette formation est d'une épaisseur relativement faible, elle est de l'ordre d'une dizaine de mètres. Au Nord- Est l'épaisseur est beaucoup plus importante. La deuxième formation est constituée par des marnes, des calcaires et des marno-calcaires. L'épaisseur de cette formation au Sud- Ouest est relativement plus importante qu'au Nord-Est

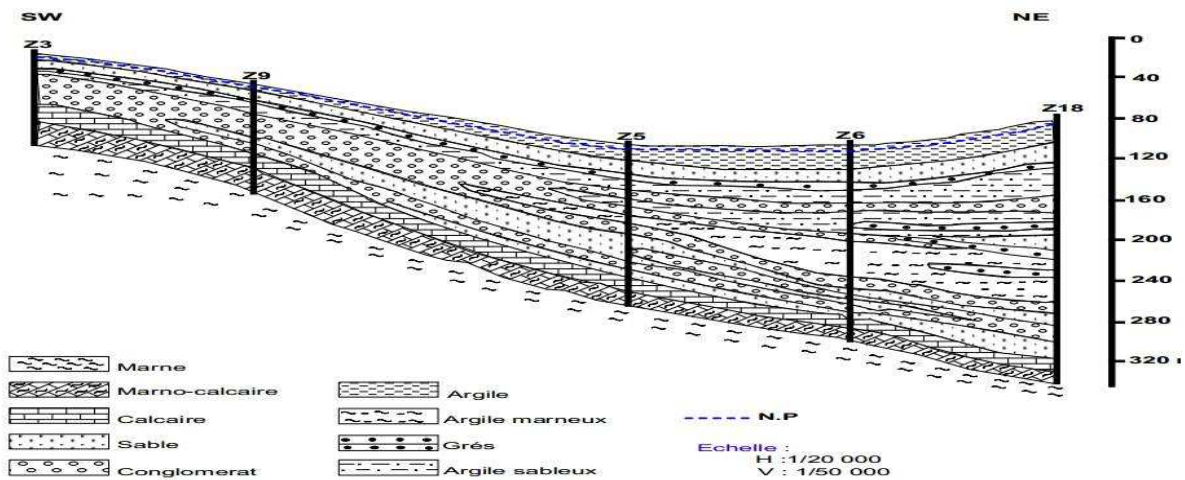


Fig 04 : Coupe hydrogéologique schématique II

III- Etablissement des cartes piézométriques

La piézométrie joue un rôle déterminant quant à la connaissance des écoulements souterrains, elle permet également de connaître et de fixer les conditions aux limites d'une nappe (DE MARSILY, G. (1981)) A partir des observations faites sur le terrain,

III-1 Le Quaternaire

La carte piézométrique dressée pour les formations quaternaires dans la région d'étude au sud détermine un sens de l'écoulement Est - Ouest, les courbes hydro isohypses sont espacées indiquant un gradient hydraulique faible

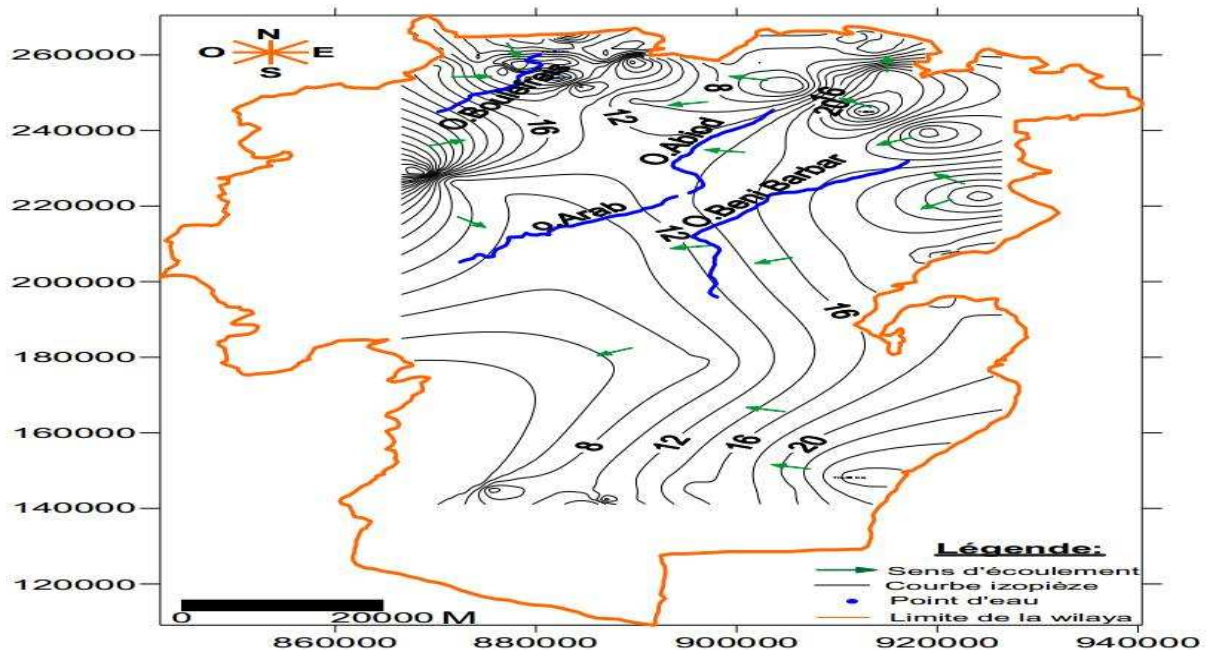


Fig 05 : Carte piézométrique du Quaternaire

III-2 Le Crétacé

La réalisation de la carte piézométrique du Crétacé indique un gradient hydraulique fort . par des courbes serrées au niveau de la zone d'étude;

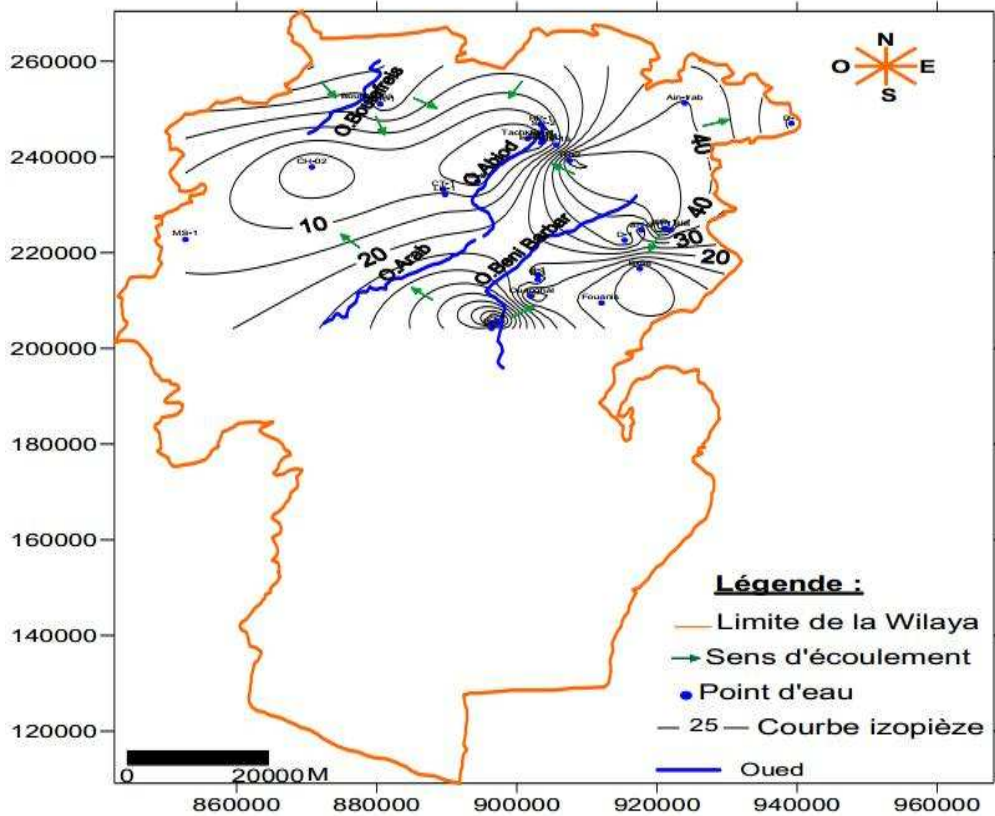


Fig 06 : Carte piézométrique du Crétacé

IV- Identification quantitative des aquifères

L'exploitation des différentes formations est répartie comme la suit :

IV-1 Les formations du Quaternaire

présente les plus importantes exploitations par rapport à une grande exploitation de quelques 111 forages sur 165 implantés dans la région et qui captent le Quaternaire. Ces forages peuvent fournir des débits importants et qui varient entre 2 l/s et 50 l/s, c'est le cas des régions d'étude Tamza. Le volume d'eau prélevé à partir de cette formation est de 24,5 millions de m³ /an, soit 72.25%.

IV-2 Les formations du Crétacé

Est la deuxième formation en l'importance, 39 forages du total exploité dans la région sont des forages exploitant la formation Crétacé. Cette formation caractérisée par des débits très importants qui arrivés jusqu'au 80 l/s, prélevé a partir de cette formation est de 8 millions de m³/an, soit 23.80%.

V-Synthèse et délimitation des aquifères

les zones aquifères qui se distinguent dans la région d'étude, se répartissent comme suit:

Zone 1 : L'aquifères principale du Quaternaire marqué par des éboulis à blocs, alluvions récentes, terres arables, glacis polygéniques et croûtes calcaires, admet à sa base des argiles siliceuses beiges et rouges. L'eau circule au sein de ces unités caractérisées par une épaisseur variant de 5 à 30 m BOUBELLI Salim (2009)

Zone 2 : L'aquifères du Crétacé représenté par des formations semi-perméables constituées essentiellement par des marnes et calcaires crayeux, marnes grises bleu, marnocalcaires et calcaires à écailleuses, l'eau circulant dans ces formations marquées par un mur d'argiles et d'argiles siliceuses rouges et un toit de marne grise et gris bleuté. L'épaisseur de ses formations ne dépasse pas les 250 m BOUBELLI Salim (2009)

V-1 La synthèse des données de forage permet la délimitation suivante des aquifères

Zone 1: L'aquifère du Quaternaire (le principal) : La formation du Quaternaire caractérisée par un toit dont la profondeur varie de 0 à 70 m, un mur qui peut varier de 0 à 400 m et une épaisseur qui peut aller jusqu'à 400 m.

Zone 2: L'aquifère du Crétacé : La formation du Crétacé est marquée par des toits pouvant atteindre 75 m de profondeur, un mur qui se situe entre 50 m et 170 m de profondeur. L'épaisseur de cette formation varie de 45 à 165 m.

Conclusion

Il ressort que la région d'étude est constituée par deux formations hydrogéologiques intéressantes, c'est le système aquifère en zone semi-aride de Khenchela identifié par le Quaternaire, le Crétacé et le Miocène. Dans cette configuration, il existe quatre nappes aquifères reconnues, une superficielle dont la profondeur moyenne varie de 5 à 30 m, l'autre est profonde et englobe trois nappes : La nappe des plaines d'effondrement alimentée par les précipitations et les oueds qui la traversent, sa profondeur varie de 100 à 200 m, La nappe des calcaires fissurés dont l'épaisseur dépassent parfois dans certains faciès les 250 m et finalement, La nappe des formations continentales d'une profondeur qui varie de 200 à 600m. L'analyse de la surface piézométrique des cartes montre une morphologie non uniforme avec un écoulement différent d'un système aquifère à un autre. D'après la DHW de Khenchela, le volume d'eau prélevé représente un débit fictif continu supérieur à 1000 l/s.

Chapitre III Hydro-climatologique

I. Introduction

Toute étude hydro climatologique dépend de deux paramètres essentiels :

- Les précipitations: qui nous renseignent sur les quantités d'eau utile au renouvellement de réserves et sur le régime pluviométrique.
- Les températures: sont nécessaires pour estimer l'évaporation et l'évapotranspiration qui influent sur la part d'eau contenue dans le sol et par conséquent utilisable.

Ce dernier point est important pour les réserves souterraines en eau que pour la végétation et les cultures agricoles.

L'Algérie est caractérisée par une variabilité climatique liée aux irrégularités topographiques et aux influences opposées de la Méditerranée et du Sahara [Younssi. H. E 2009].

Pour étudier le climat de la zone d'étude, nous avons exploité les données climatiques qui ont été recueillies au niveau de la station météorologique d'El-hamma (khenchela), située à une altitude de 890 m.

Les données s'étalent sur une période de 20 ans depuis 1994 jusqu'à 2014.

II. Les facteurs climatiques de la région de Khenchela.

II.1.Le climat:

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère (température, pluie, vent,...). L'irrégularité spatio-temporelle du climat de la région peut avoir des conséquences plus ou moins graves sur la production agricole et les facteurs climatiques sont les plus difficiles à modifier de façon notable [Ramade 2003].

II. 1.2.Températures

La température représente un facteur limitant de toute première, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique condition de ce fait la répartition de totale des espaces et de communautés d'être vivant dans la biosphère [Ramade 2003].

La wilaya de Khenchela se caractérise par trois zones climatiques différentes :

- ❖ Dans les hautes plaines, le climat est froid, rigoureux en hiver et chaud en été.
- ❖ Dans les zones montagneuses, le climat est très rude en hiver et tempéré en été.

❖ Dans les parcours sahariens, le climat est doux en hiver, chaud et sec en été.

L'analyse des données du tableau 01 montre que ; le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 6.69°C, tandis que le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 26,80°C, la température moyenne annuelle est de 15,90°C.

Tableau 02 : les températures de la wilaya de Khenchela durant la période (1994-2014)

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	août	sep	oct	nov	déc
M °C	11.1 7	11.8 4	16.1	19.5 1	24.9 2	30.6 7	34.7 4	33.7 8	27.5 9	22.1 9	16.1 5	11.9 1
m °C	2.2	2.87	4.92	9.3	11.4 4	15	18.8 1	17.6 8	15.4 3	11.2 7	9	3.19
M' °C	6.69	7.35	10.5 1	14.4	18.1 8	22.8 3	26.7 8	25.7 3	21.5 1	16.7 3	12.5 7	7.55

Source: station météorologique d'Elhamma

M: température moyennes des maxima mensuels

m: température moyennes des minima mensuel

M': la moyennes des maximums et minimum

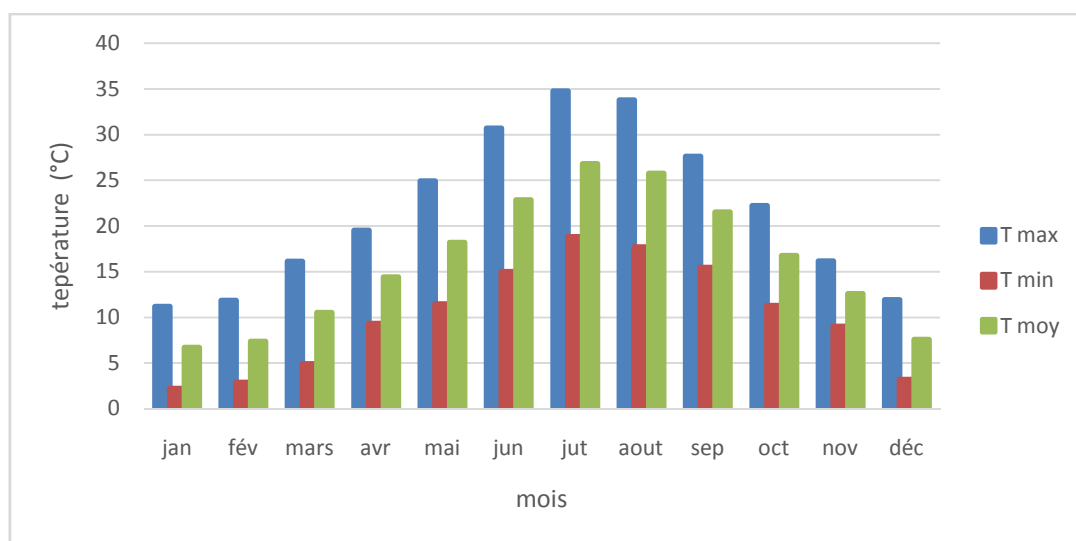


Fig07: Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (1994-2014)

II.1.3.Précipitations

La concordance relativement étroite existante entre la pluviosité générale et la repartition des grandes biocénoses, suffit à démontrer l'importance du facteur eau sur la localisation des êtres vivants. Mais cette relation est aussi fortement reconnaissable à l'échelle régionale, locale ou stationnelle [Beghami 2013].

En dehors de la région montagneuse du Nord-Ouest (DJ.Chelia et DJ.Aidel) qui reçoit entre 700 et 1200 mm de pluies par an et du sud (les parcours sahariens) qui reçoit moins de 200 mm de pluies par an (Oued EL Maita) ; le reste du territoire de la wilaya est compris entre les isohyètes 200 et 600 mm (de pluies par an) [ANDI 2015].

L'examen des données montre que ; la quantité totale chutée est de 476,94 mm Le mois le plus pluvieux est Mai avec 59.5 mm, alors que le mois le plus sec est juillet 16 mm

Tableau 03:précipitations moyennes mensuelle durant la période (1994-2014)

Mois	jan	fév	mars	avr	mai	jun	jut	aout	sep	oct	nov	déc
P mm	46.4	34.3	36.3	46.1	59.5	30.1	16	36.5	58.6	39	35.1	40.9

Source: station météorologique d'Elhamma

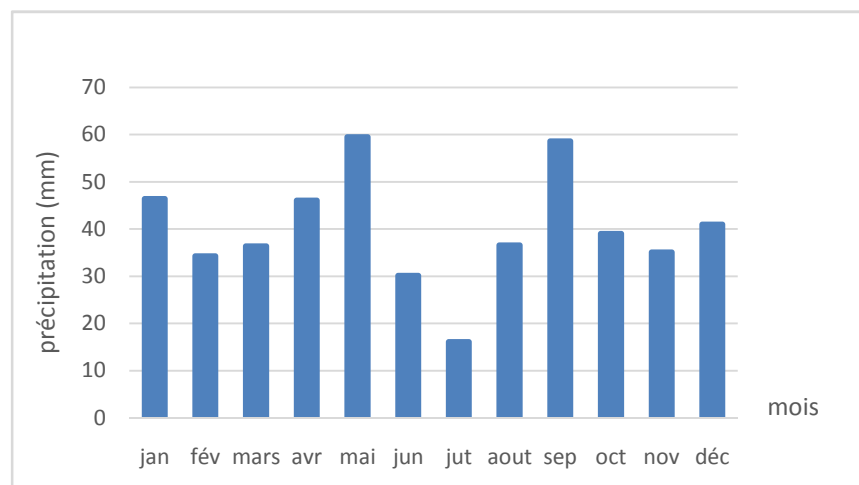


Fig08: courbe des précipitations moyennes mensuelles de la période (1994-2014)

III. Synthèse climatique

III.1. Indice d'aridité de Martonne

En 1925 Emmanuel De Martonne a proposé une formule climatologique permettant le calcul d'un indice dit indice d'aridité (I_a). Cet indice est fonction de la température (T en °C) et des précipitations (P en mm) et permet de déterminer le type de climat qui caractérise la zone d'étude [Gaagai, 2009]

Ce paramètre se calcule selon la formule suivante:

$$I_a = P / T + 10$$

Avec:

I_a : indice d'aridité

P : précipitations moyennes annuelles (mm).

T : températures moyennes annuelles (°C).

Les valeurs de l'indice permettent déterminer le climat selon le classement suivant:

Quand:

$I < 5$ le climat est hyperaride

$5 < I < 7.5$ le climat est désertique

$7.5 < I < 10$ le climat est steppique

$10 < I < 20$ le climat est semi-aride

$20 < I < 30$ le climat est tempéré

$I > 30$ le climat est humide.

Pour la station d'Elhamma, $P = 476,94$ mm et $T = 15.90$ °C donc cet indice est égale à:

$I_a = 18,41$. Ce qui permet de dire que le climat est semi-aride avec un écoulement temporaire

III.2. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Ce diagramme est une méthode graphique à travers laquelle nous pouvons définir la période sèche de l'année pour pouvoir éventuellement combler le déficit hydrique

Les mois sont portés en abscisse, les précipitations (P) en ordonnées à droite et à gauche les températures (T) à une échelle double de celle des précipitations ($P = 2T$) [indice de Gaussen].

L'intersection des deux courbes des deux courbes (P et T) permet de définir la période sèche ($P < 2T$) et la période humide ($P > 2T$). La figure 1 ; montre que la période sèche de la fin de mai jusqu'au début de septembre.

Tableau 04: Précipitations moyennes mensuelles et température moyennes mensuelles de la période (1994-2014)

mois	jan	fév	mars	avr	mai	jun	Jut	aout	sep	oct	nov	déc
P mm	46.4	34.3	36.3	46.1	59.5	30.1	16	36.5	58.6	39	35.1	40.9
T moyC°	6.69	7.36	10.5	14.4	18.2	22.8	26.8	25.7	21.5	16.7	12.6	7.56

Source: station météorologique d'Elhamma

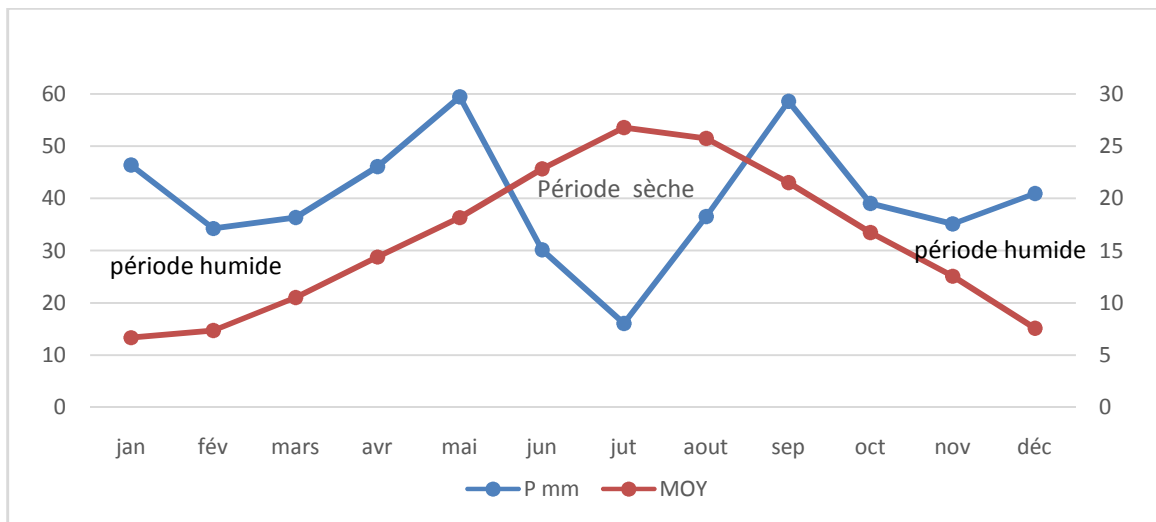


Fig09: Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnols de la région de « Khenchela » (1994-2014).

III.3. Diagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q destiné à caractériser le climat méditerranéen et ses nuances). En effet Emberger 1930 a remarqué que dans les régions méditerranéennes l'amplitude thermique annuelle est un facteur importante de la répartition de la végétation [Guyote G 1999].

C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale M de moi plus chaud de la moyenne minimale m de moi plus froide en degré Celsius et de la pluviométrie moyenne annuelle P en mm ce quotient est d' autant plus élevé que le climat de la région est humide , il est calculé par la formule suivant [Emberger 1971].

$$Q = \frac{P}{2\left(\frac{M+m}{2}\right) * (M - m)} * 100$$

Ce quotient a été simplifié par STEWART en 1969 : $Q2 = 3.43 * \frac{P}{(M-m)}$

P = Pluviométrie en (mm).

M = Moyenne des maximums du mois le plus chaud.

m = Moyenne des minimums du mois le plus froid.

$(M+m) / 2$ = Température moyenne.

Pour notre cas : P (1994- 2014) = 476,94mm . M (1994- 2014) = 34,74°C, et m (1994- 2014) = 2,20°C. La valeur obtenue pour Q est de 42,322 mm/°C, la région de Khenchela est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride.

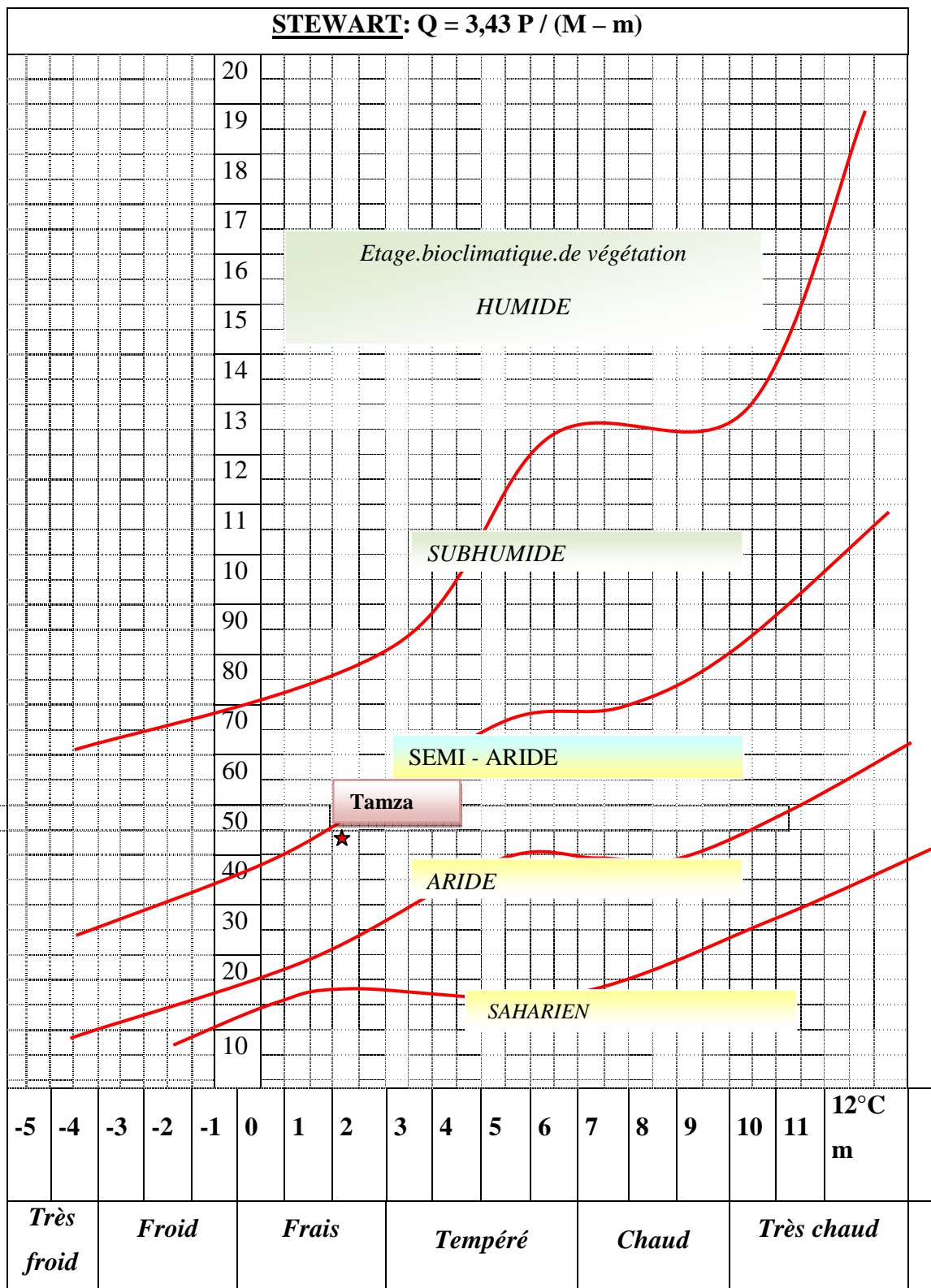


Fig10: Climat diagramme d'EMBERGER pour la région d'étude

"Khenchela"(1994- 2014)

IV. Le bilan hydrique

IV.1. Bilan hydrologique selon la méthode de Thornthwaite

Cette méthode est utilisée pour les climats sub-humide et semi-aride. Elle est basée sur la notion de réserve d'eau facilement utilisable (RFU).

IV.2. L'évapotranspiration potentielle (ETP)

L'évapotranspiration potentielle se calcule indépendamment de la pluviométrie pour des surfaces évaporantes bien alimentées en eau.

Elle correspond donc à une restitution hydrique maximale à l'eau atmosphère par évaporation directe au niveau du sol ou des plantes dont la température demeure la principale fonction.

[Younssi.H.E 2009].

Pour l'estimation de ce paramètre, nous utiliserons la formule de C.W.Thornthwaite dont la relation s'écrit :

$$ETP = 16 \left(\frac{10T}{I} \right)^a * k$$

ETP : L'évapotranspiration potentielle en mm ;

T : température moyenne mensuelle en °C ;

I : indice thermique annuel qui est la somme des douze indices thermiques mensuels i .

$$i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514} \quad a = \left(\frac{1.6}{100} \right) \cdot I + 0.5$$

K : est un terme correctif qui intègre la durée théorique d'insolation dépendant de la latitude et du mois.

Les résultats de calcul de ETP sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : Estimation de ETP mensuelle selon THORNOTWAITE (1994 /2014)

Période	T _p (°C)	i	K	ETP _C (mm)
S	21.51	9.1	1.03	99.2
O	16.73	6.2	0.97	61.1
N	12.57	4.0	0.86	33.4
D	7.55	1.9	0.85	14.0
J	6.69	1.6	0.87	11.7
F	7.35	1.8	0.85	13.4
M	10.51	3.1	1.03	29.6
A	14.4	5.0	1.08	52.8
M	18.18	7.1	1.2	87.0
J	22.83	10.0	1.2	127.8
J	26.78	12.7	1.21	168.8
A	25.73	11.9	1.15	149.9
Année	15.9	74.3		848.8

IV.3. Évapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle représente la quantité de vapeur d'eau effectivement dégagée vers l'atmosphère par le sol et les végétaux. [Younssi.H.E 2009].

La détermination de l'ETR est fonction de l'ETP et la quantité d'eau disponible (Pluie+RFU)

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

La RFU pourra atteindre son maximum au-delà duquel, il y aura infiltration vers la nappe.

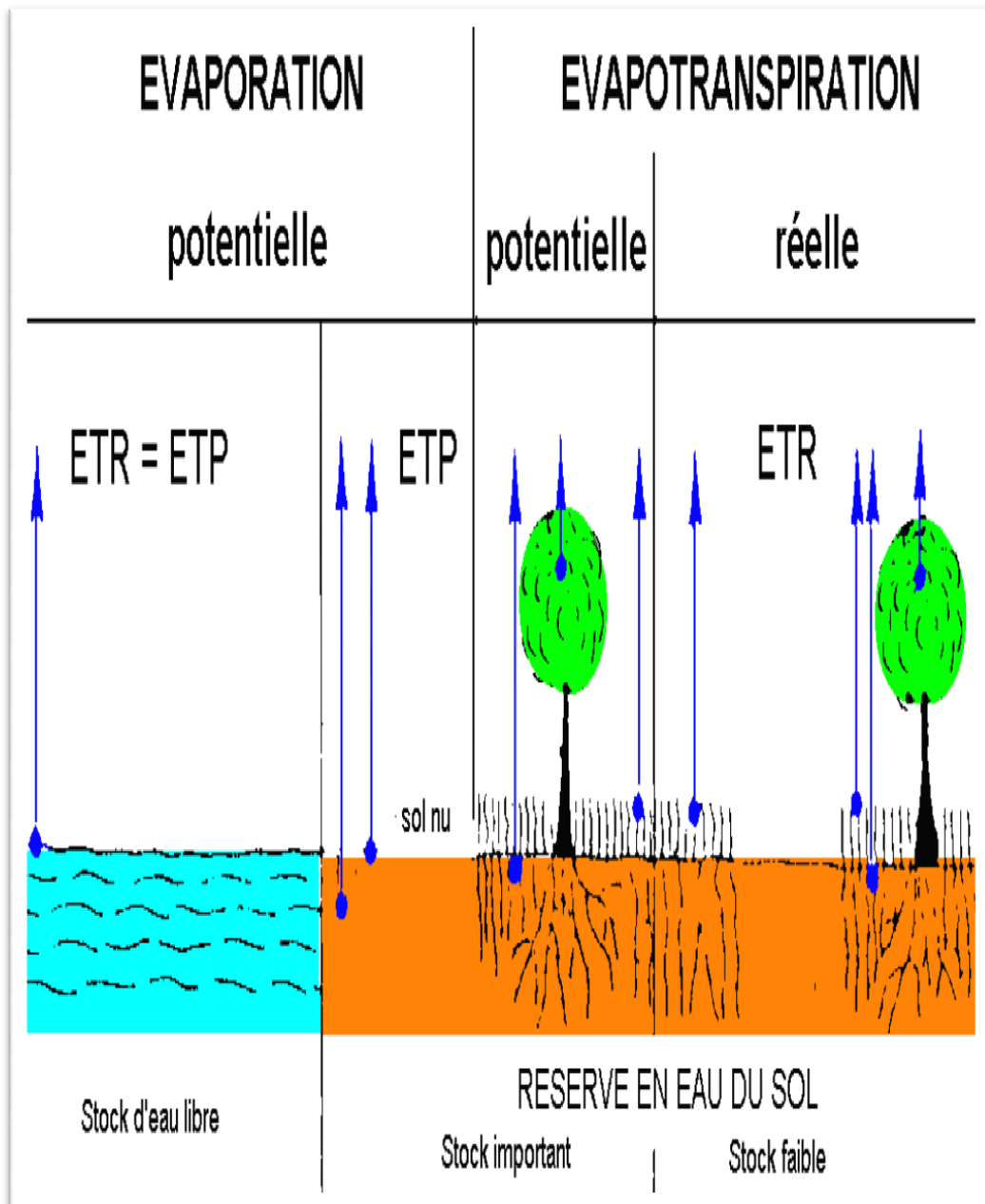


Fig11: évaporation et évapotranspiration potentielle et réelle

**Tableau 06: bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station d'EL HAMMA
(1994-2014)**

Période	T _p (°C)	i	K	ETP _C (mm)	Pr (mm)	BH (mm)	CH	VR (mm)	RFU (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
S	21.51	9.1	1.03	99.2	58.6	-40.6	-0.4	0.0	0.0	58.6	40.6	0.0
O	16.73	6.2	0.97	61.1	39.01	-22.1	-0.4	0.0	0.0	39.0	22.1	0.0
N	12.57	4.0	0.86	33.4	35.09	1.6	0.0	1.6	1.6	33.4	0.0	0.0
D	7.55	1.9	0.85	14.0	40.94	27.0	1.9	27.0	28.6	14.0	0.0	0.0
J	6.69	1.6	0.87	11.7	46.37	34.7	3.0	34.7	63.3	11.7	0.0	0.0
F	7.35	1.8	0.85	13.4	34.28	20.9	1.6	20.9	84.2	13.4	0.0	0.0
M	10.51	3.1	1.03	29.6	36.34	6.7	0.2	6.7	91.0	29.6	0.0	0.0
A	14.4	5.0	1.08	52.8	46.07	-6.8	-0.1	-6.8	84.2	52.8	0.0	0.0
M	18.18	7.1	1.2	87.0	59.46	-27.6	-0.3	-27.6	56.6	87.0	0.0	0.0
J	22.83	10.0	1.2	127.8	30.12	-97.7	-0.8	-56.6	0.0	86.7	41.1	0.0
J	26.78	12.7	1.21	168.8	16.04	-152.7	-0.9	0.0	0.0	16.0	152.7	0.0
A	25.73	11.9	1.15	149.9	36.53	-113.4	-0.8	0.0	0.0	36.5	113.4	0.0
Année	15.9	74.3		848.8	478.9	-370.0				478.9	370.0	0.0

DEF: le déficit agricole est le déficit entre ETP et ETR donc : **DEF=ETP-ETR**

EXC: l'exidant c'est la quantité d'eau pouvant s'écouler lorsque l'ETP et RFU sont satisfaits
donc:

EXC=P-ETR

BH: le bilan hydrique: **BH=RFU-DEF**

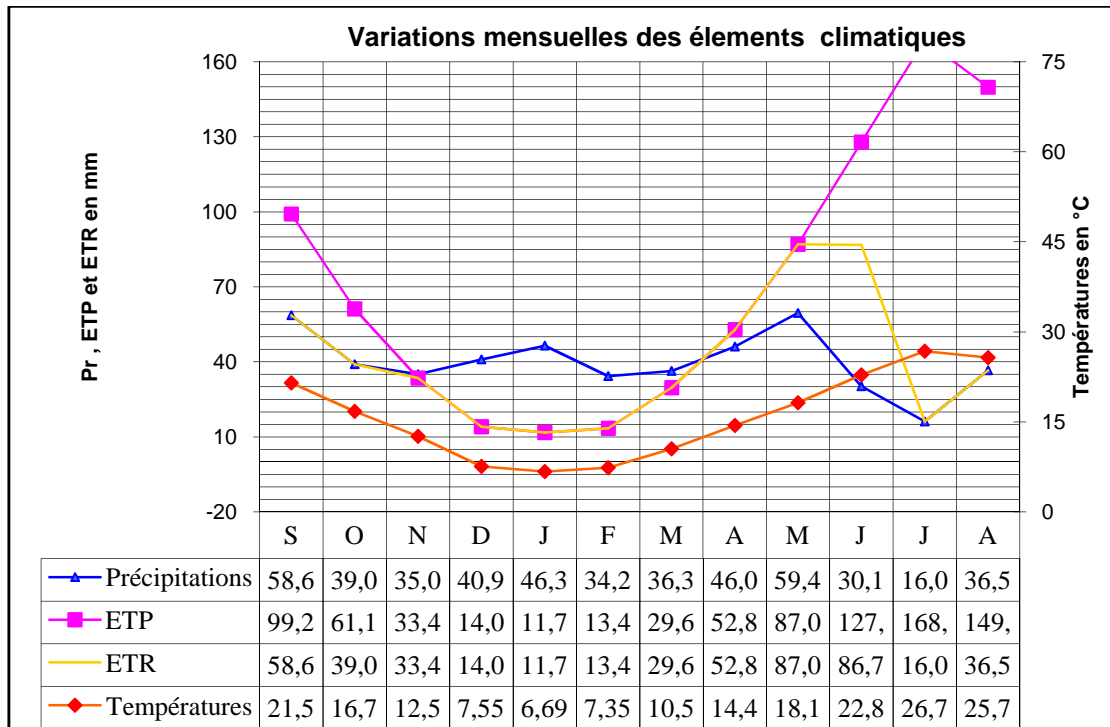


Fig12: Diagramme variation mensuelle des éléments climatique

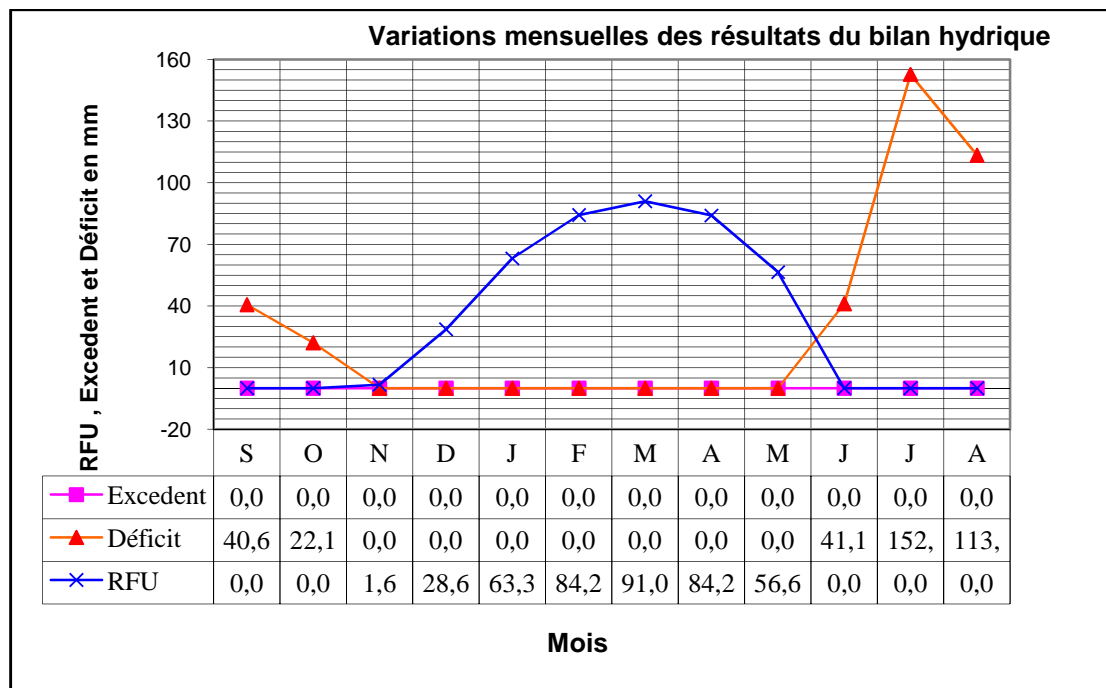


Fig13: Variation mensuelle des résultats du bilan hydrique

IV .4. Interprétation du bilan hydrique

Ce graphe montre que l'évapotranspiration atteint son maximum au mois de juillet ce qui produit un déficit agricole et nécessite une irrigation pour les zones de culture. Par contre on observe une recharge de la nappe à partir du mois de novembre jusqu'au mois de mai. Au mois de novembre la RFU commence à augmenter et atteint son maximum avec 50 mm à partir du mois de décembre jusqu'à avril pour la station de Khenchela et jusqu'au mois mars

IV.5. Estimation du bilan d'eau

La formule générale du bilan d'eau donne l'égalité des apports et des pertes évaluées sur de grandes périodes. La formule du bilan est la suivante:

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

Avec:

P: La hauteur de la précipitation annuelle en (mm).

R: Le ruissellement de surface annuel en (mm).

ETR: L'évapotranspiration réelle annuelle en (mm).

I: L'infiltration annuelle (mm).

ΔW : La variation de réserves en (mm), souvent négligeable.

V. Conclusion

A travers l'étude climatique à l'échelle de la région étudiée nous avons remarqué que les précipitations sont très variables dans le temps et stables dans l'espace, les températures présentent une légère augmentation progressive ; traduisant le réchauffement climatique qui constitue l'ordre du jour actuel des météorologues du monde entier, la région fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride ; confirmée par le calcul de l'indice d'aridité de Martonne, à travers le diagramme pluvio-thermique les périodes sèches sont plus longues et emportent beaucoup sur les périodes humides, l'évapotranspiration potentielle est importante à l'échelle de la région est fait plus que quatre fois l'évapotranspiration réelle traduisant un déficit agricole très important à l'issue du calcul du bilan hydrologique.

Chapitre IV Synthèse hydrochimique

I- L'analyse hydrochimique**I- 1- Introduction :**

L'hydrochimie se définit comme la connaissance des caractéristiques chimiques des eaux, des processus de leur acquisition et des lois décrivant les échanges entre l'eau, le sol et le sous-sol.

Elle est liée à la nature lithologique du terrain traversé, au climat et à l'activité anthropique. Elle permet de comparer les eaux entre elles, d'établir une cartographie hydrochimique de certains éléments chimique, d'interpréter les données d'analyses par des diagrammes.

Dans cette étude on a sélectionné 10 points d'eau répartis sur le terrain

Le présent chapitre traite le chimisme des eaux souterraines, et nous permettra de :

- Déterminer la variabilité et la répartition quantitative des éléments majeurs ;
- Trouver les principaux faciès chimiques des eaux et leur relation avec l'environnement géologique;
- Caractériser la qualité des eaux ;
- Etudier et comprendre les mécanismes responsables de la qualité des eaux ;
- Expliquer le comportement, l'origine et l'évolution des éléments chimiques.

I-2- Etudes des paramètres physico-chimiques :**2-1-Paramètres physiques :****1. Température :**

Les mesures de températures permettent de corriger les valeurs de conductivités mesurées elles jouent un rôle dans la solubilité des sels et elle permet dans certains cas à déterminer l'origine des eaux.

La température joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz, donc sur la conductibilité. Elle permet de différencier entre les eaux qui circulent en profondeur et celles qui circulent près de la surface, c'est l'un des facteurs qui influe sur la vitesse des réactions chimiques. La température moyenne mensuelle de l'air dans la région d'étude est de l'ordre de 11.21C°. La température maximale de l'eau (Tmax=20.7) est enregistrée pendant le mois de Avril

Tab07: Valeurs des Température des eaux de la région d'étude.

Température °C	
Min	3
Max	20,6
Moy	10,81
Ecart-type	5,65

Les valeurs de température observées dans la zone d'étude sont inférieures à la norme de potabilité fixée par l'OMS (25 °C), On remarque que la température de l'eau suit celle de l'air, elle a atteint un minimum de 3 °C au mois de janvier et un maximum de 20° au mois d'avril

2. le pH

Le pH ou potentiel d'hydrogène, qui correspond au cologarithme décimal de l'activité des ions H⁺ présents dans l'eau, constitue une expression de l'acidité ou de l'alcalinité du milieu qui sont évidemment une résultante de sa composition ; Le pH est fortement influencé par la présence du gaz carbonique dissous (pCO₂) il est responsable de l'acidité du milieu aquatique quand il est dissous dans les eaux souterraines.

Le pH doit être compris entre **6,5 et 9,22**

Les valeurs de pH sont très proches, et varient entre **6.93 et 7.74**. Mais dans la plupart des puits les eaux sont légèrement alcalines et trouvent dans les normes de potabilité selon OMS.

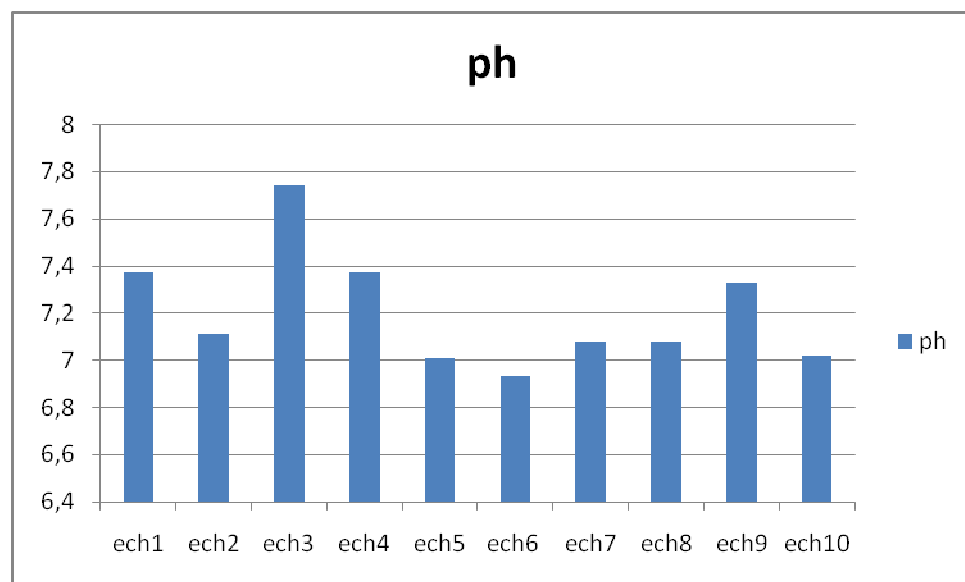


Fig14: Variation des concentrations en PH

3. La conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau caractérise sa faculté à laisser passer le courant électrique, elle augmente avec la concentration des ions en solution et la température. Elle correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface, séparés l'un de l'autre de 1 cm. Elle est exprimée en μS / cm. Généralement les valeurs sont ramenées à 25° C. La conductivité, ou son inverse la résistivité, permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau alors l'estimation de la minéralisation des eaux. On sait qu'une eau salée est très conductrice, par contre une eau pure est résistante.

Tab08: Valeurs des conductivités des eaux de la région d'étude.

Conductivité électrique $\mu\text{S}/\text{Cm}$	
Min	586
Max	4030
Moy	1735.6
Ecart-type	250,168

La conductivité électrique varie entre **330** et **943 $\mu\text{S}/\text{cm}$** avec une valeur médiane de **686,1 $\pm 250,168 \mu\text{S}/\text{cm}$**

Tab09: Classification de degré de minéralisation à partir de la conductivité électrique.

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) à 25 °C	Degré de minéralisation	Pourcentage des points d'eau
< 450	Très faible	0%
450 - 750	faible	20%
750 - 1500	Moyennement	40%
1500 - 2300	Moyennement élevée	0%
2300 - 3000	élevée	10%
> 3000	Très élevée	20%

Pendant la période d'étude on remarque que les valeurs de la conductivité électrique sont comprises entre (580-4080 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les conductivités sont très élevées, elles sont supérieures aux normes de l'OMS. en 20% des points prélevés cette forte minéralisation est liée à la présence des marnes gypsifères dans cette région. Les eaux d'Oued Tamagra à l'Ouest du bassin sont faiblement minéralisées. on assiste à une dilution de toutes ces eaux et une chute de la conductivité électrique.

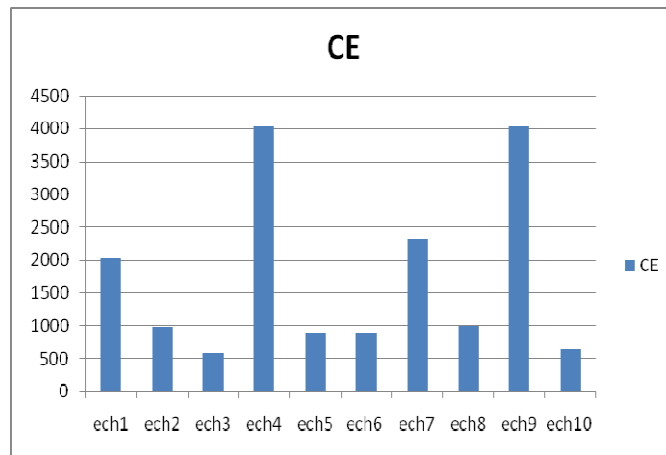


Fig15 : Variation des concentrations en conductivité électrique

4- TDS :

La conductivité ou les matières solides dissoutes totales (TDS=Total dissolved solids) est définie comme la quantité de matières dissoutes dans l'eau, et dépend principalement de la solubilité des sédiments qui entrent en contact avec l'eau. Dans notre zone d'étude on constate que l'eau qui traverse du gypse (minéral composé de sulfate hydraté de calcium) dissout le calcium, le carbonate, et le sulfate, l'eau devient par conséquent plus chargée et atteint un niveau élevé de matières solides dissoutes. ce qui explique les valeurs de TDS comprises entre **233 et 1619**

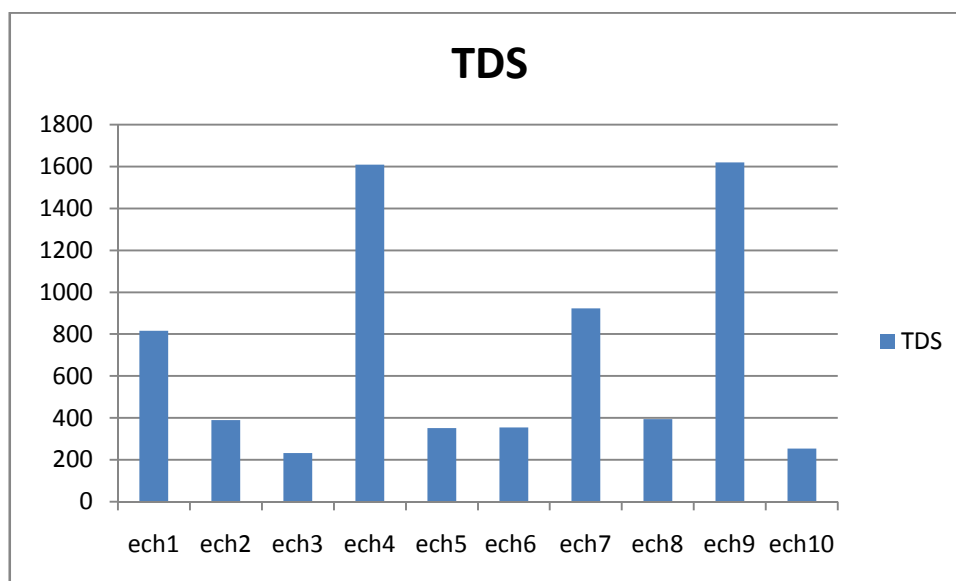


Fig 17: Variation des concentrations de TDS

2- 2-Paramètres chimiques :

1- Les différents éléments chimiques

La chimie des eaux dépend des roches traversées lors de leurs circulations dans les formations aquifères et du temps de séjour qui leur permet de s'enrichir en sels minéraux :

♦ **Le calcium Ca^{++} :**

Le calcium est un élément alcalinoterreux, il se trouve dans les eaux thermo-minérales circulant en milieu calcaire et aussi en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. Le calcium peut provenir également des formations gypsifères ($\text{Ca SO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$), qui sont facilement solubles. La teneur du calcium varie entre **12.558 mg/l** comme valeur minimale à la échantillonne **09** vers la cuvette de barrage où les eaux sont très diluées, pour la valeur maximale est de **58.172mg/l** à la échantillon **10**

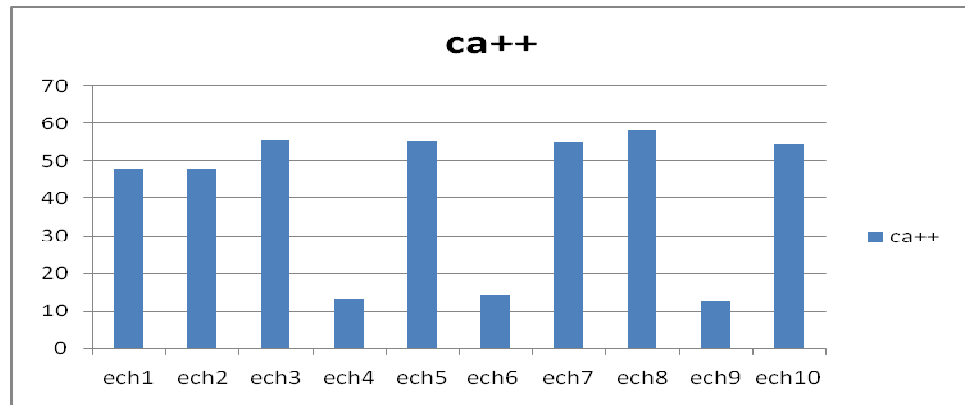


Fig18 : Variation des concentrations en calcium

♦ **Le magnésium Mg^{++} :**

Ces ions proviennent de la dissolution des roches magnésiennes du gypse et des minéraux ferromagnésiens et surtout de la mise en solution des dolomies et des calcaires dolomitiques.

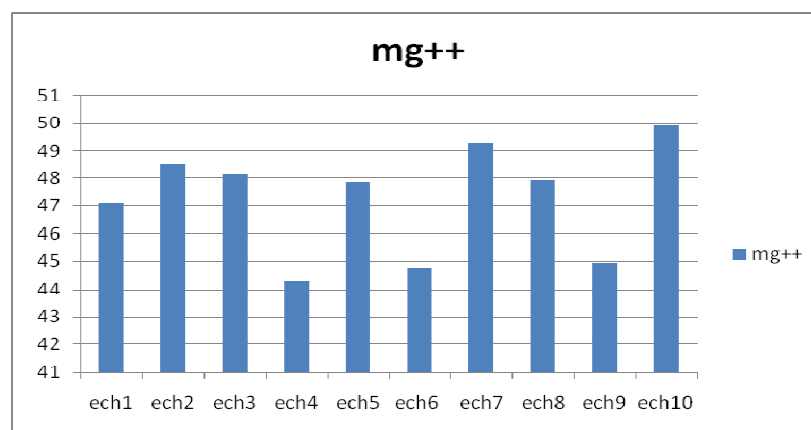


Fig 19 : Variation des concentrations en magnésium

La teneur minimale du Mg^{++} est enregistrée en aval vers Oued Tamagra avec **44,27mg/l**, Alors la teneur maximale est enregistrée en amont vers Oued El Htiba avec **49.867mg/l**.

D'après l'observation de L'histogramme de la teneures de Mg^{++} , on constate que les valeurs de concentration de Mg^{++} est proche au niveau des différentes point de la nappe, à l'exception de la

valeur maximale **49.867mg/l** à la échantillonne **10**, et l'autre au centre présente la valeur minimale **44.279mg/l** à la échantillonne **04**.

◆ **Le sodium et le potassium (Na^+ , K^+) :**

Le sodium et le potassium sont toujours présents dans les eaux naturelles en proportion variable. Le sodium peut provenir du lessivage des formations géologiques riches en **Na Cl** ; le potassium est beaucoup moins abondant que le sodium, rarement présent dans l'eau.

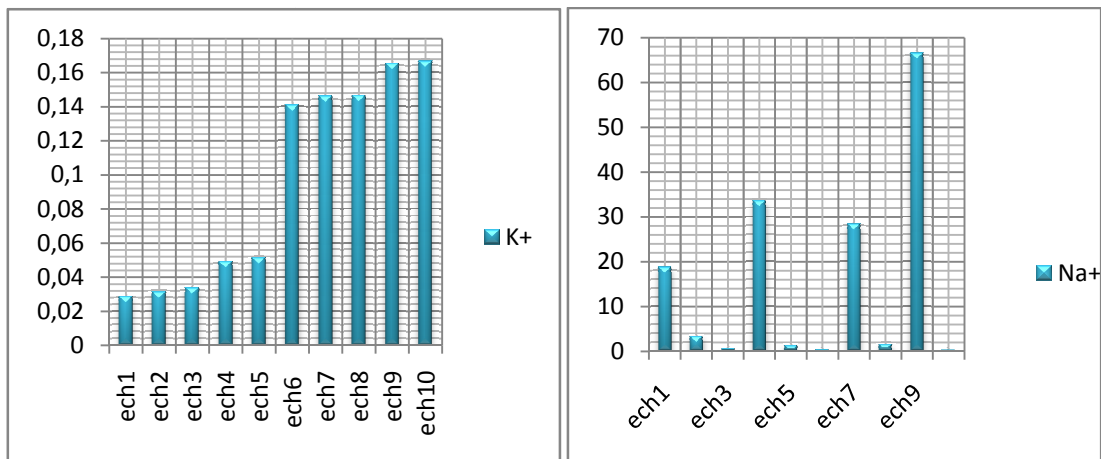


Fig20 : Variation des concentrations en sodium et le potassium

D'après l'observation de L'histogramme de la teneures de (Na^+ , K^+), on constate que les teneurs en Na^+ , K^+ augmentent à la échantillonne **09**, en une valeur maximale de **1530,15 mg/l en Na^+** . La diminution de la concentration de Na^+ , est remarquable, à la échantillonne **06** avec une valeur minimale **6.58 mg/l**. Cette augmentation des valeurs est due aux eaux chargées provenant de la dissolution des sels de la croûte superficielle

Pour celui des concentrations de K^+ les concentrations sont très faible et ne dépassent au maximum une valeur de 6,50 en échantillon 10

◆ **Les sulfates (SO_4^{2-}) :**

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

- Des formations gypseuses.
- Légère solubilité de **CaCO_4** avec des passées gypseuses.
- Des eaux usées industrielles.

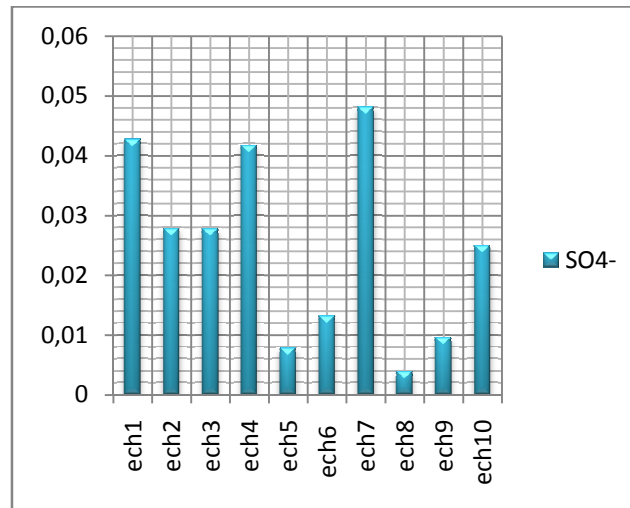


Fig 21: Variation des concentrations en sulfates

Les teneurs varient entre **0.0.005 meq/l** comme valeur minimale et **0.048 meq/l** comme valeur maximale.

Les bicarbonates HCO_3^- :

Elles proviennent de la dissolution des roches carbonatées en fonction de la tension en CO_2 , de la température, le **pH** de l'eau et la nature lithologique des terrains traversées.

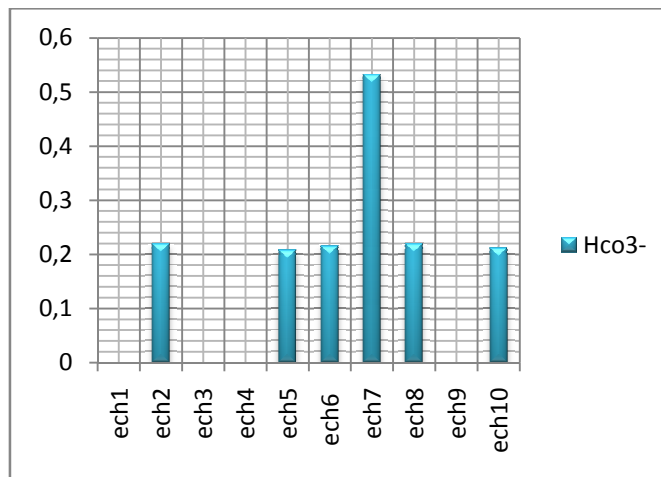


Fig22 :Variation des concentrations en bicarbonates

Les valeurs de la concentration de HCO_3^- , sont comprises entre **0meq/l** et **0.055meq/l**.

♦ Les chlorures Cl^- :

Ils sont toujours présent dans les eaux naturelles en proportions très variables, leur présence dans l'eau résulte de :

- La dissolution des sels naturels par le lessivage de terrains gypseux,
- L'évapotranspiration intense dans la région où le niveau piézométrique est proche de la surface du sol, caractérisant notre nappe.

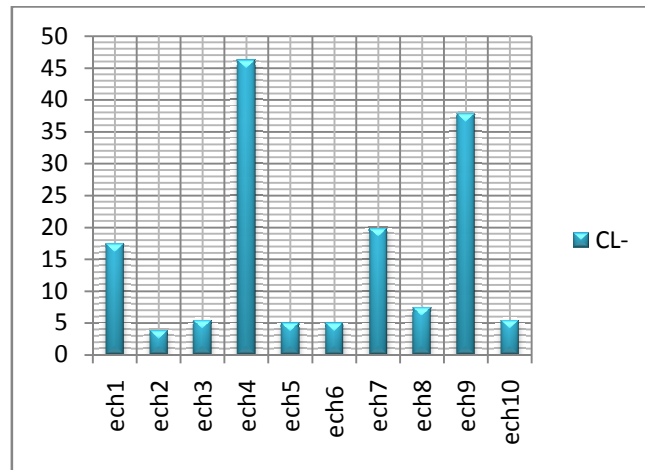


Fig 23: Variation des concentrations en chlorures

D'après l'observation de l'histogramme des teneurs de Cl^- , à une valeur minimale **6633**

Y à l'échantillonne **02**, et à la échantillonne **04**, une valeur maximale de **46.2 meq/l**

I-3 Faciès chimique des eaux

il détermine les éléments dominant dans l'eau analysée.

L'interprétation des résultats des analyses a pour but de déterminer les Faciès chimiques et d'effectuer une comparaison spatio-temporelle. Parmi les méthodes graphiques les plus utilisées, celle de SCHOELLER et BERKALOFF (1935-1938) et celle de PIPER (1944)

3- 1- Classification de PIPER :

Le diagramme de Piper permet une représentation des anions et des cations sur deux triangles spécifiques dont les côtés témoignent des teneurs relatives en chacun des ions majeurs par rapport au total de ces ions (cations pour le triangle de gauche, anions pour le triangle de droite).

La position relative d'un résultat analytique sur chacun de ces deux triangles permet de préciser en premier lieu la dominance anionique et cationique. A ces deux triangles, est associé un losange sur lequel est reportée l'intersection des deux lignes issues des points identifiés sur chaque triangle. Ce point intersection représente l'analyse globale de l'échantillon, sa position relative permet de préciser le faciès de l'eau concernée :

Pour notre étude Le diagramme de Piper montre une évolution du faciès chimique depuis des eaux (Hyper Sulfaté Calcique), riches en (Sulfates dans les points 04, 06,07) vers un faciès Chlorurée et

sulfatée calcique et magnésien

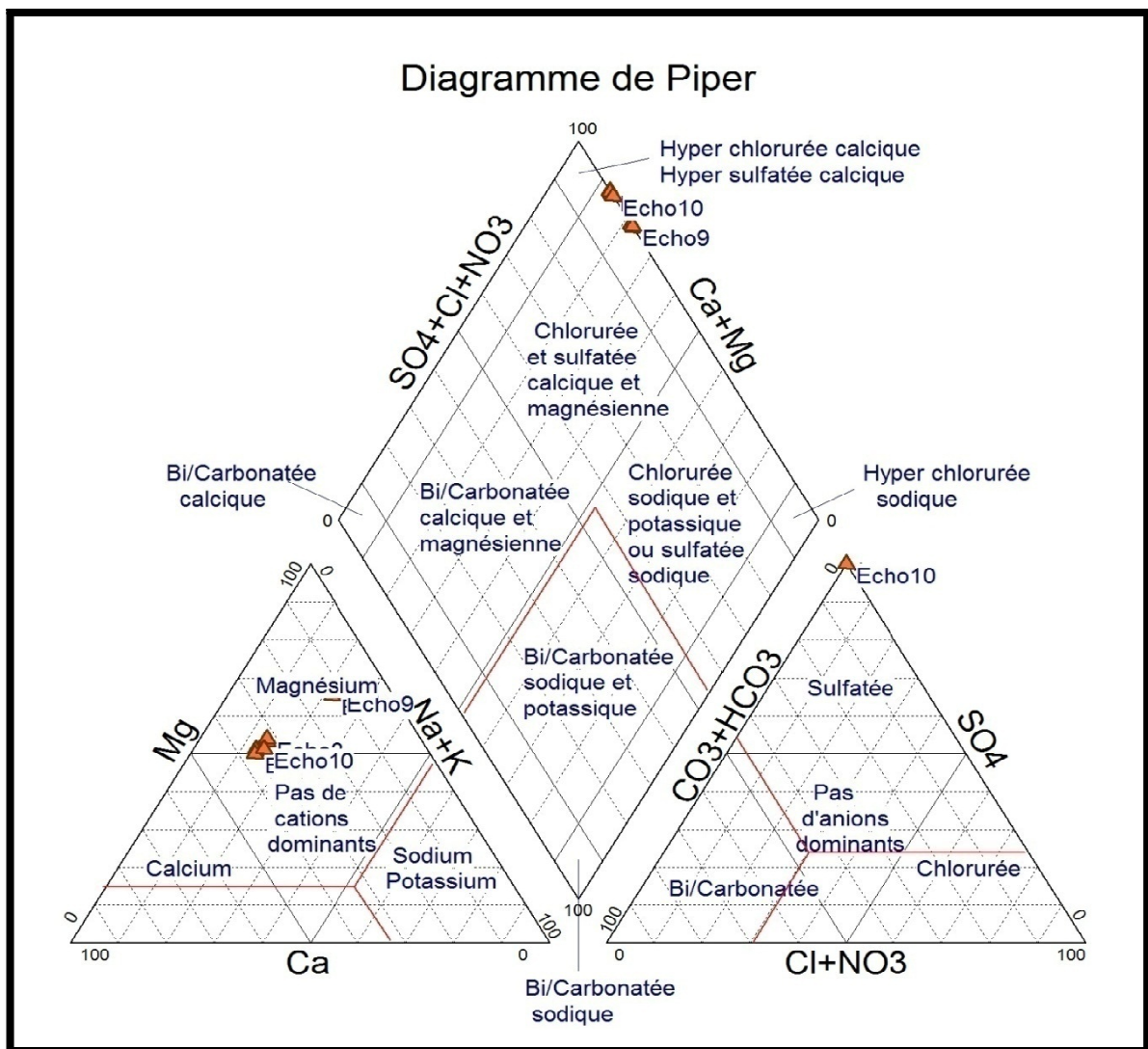


Fig24: La représentation des échantillons sur le diagramme de Piper

3- 2- Classification de Schoeller Berkalofe

Le diagramme a été établi par H. SCHOELLER en 1932, et révisé par BERKALOFF en 1952, il est composé de sept échelles logarithmiques verticales correspondant aux principaux ions analysés dans l'eau.

Le diagramme de Schoeller et Berkaloff permet la représentation de plusieurs analyses sur le même graphique. Il y a superposition des droites obtenues si les concentrations sont identiques et décalage relatif des droites les unes au-dessus des autres dans le cas contraire.

Selon le diagramme de Schoeller Berkaloff on mentionne une grande familles d'eau prédominante est celle des sulfaté calcique et magnésienne de cela on peut dire que les eaux de la zone sont marquées par les calciums qui s'accompagnent une fois de sulfate une autre de chlorure,

et ceci est en liaison directe avec la présence des formations carbonatés et certains phénomènes d'échange de base

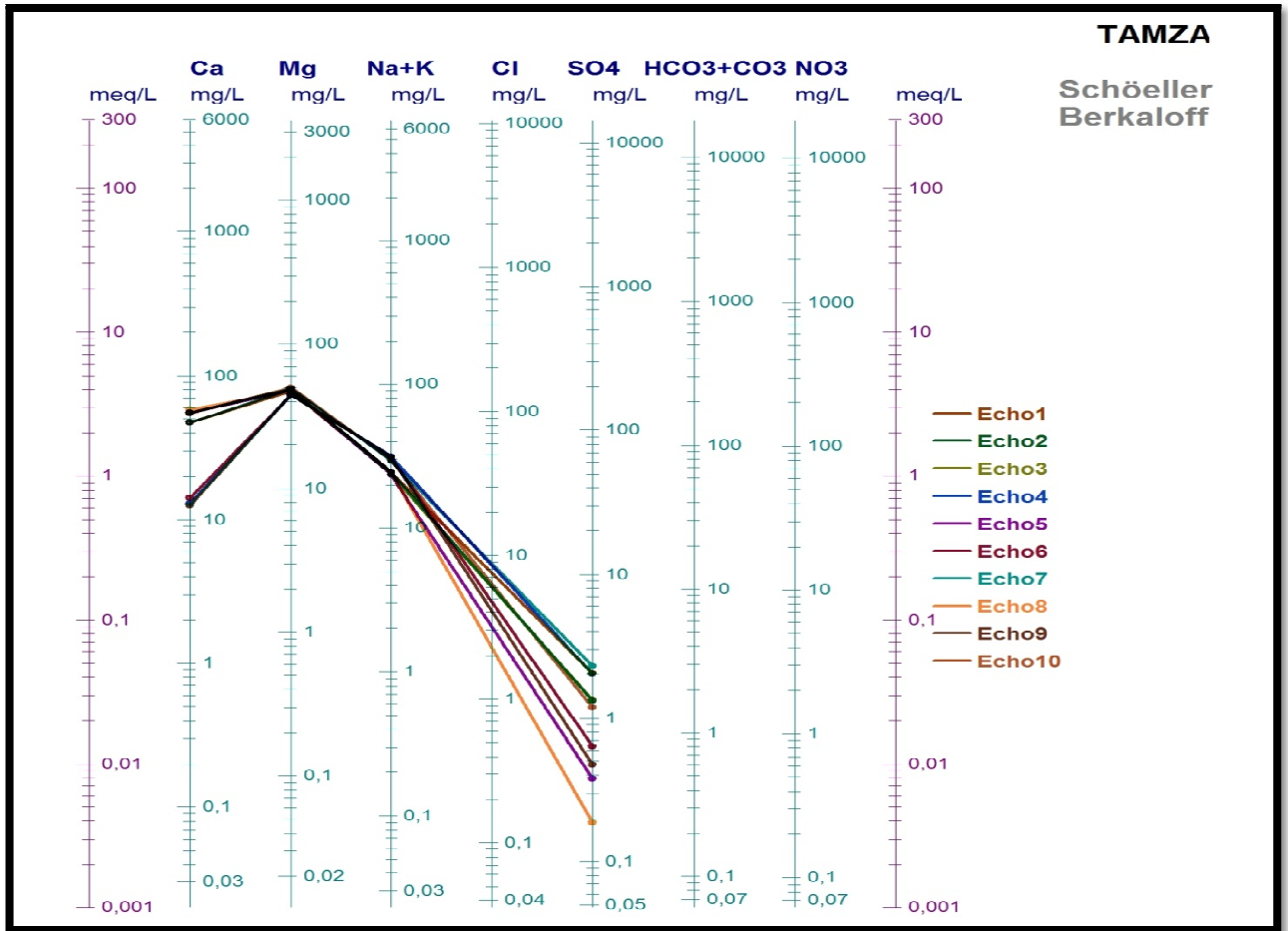


Fig25 : Classification de Scheoller Berkalofe

I-4 - Origine des éléments

- Origine DES elements carbonatés

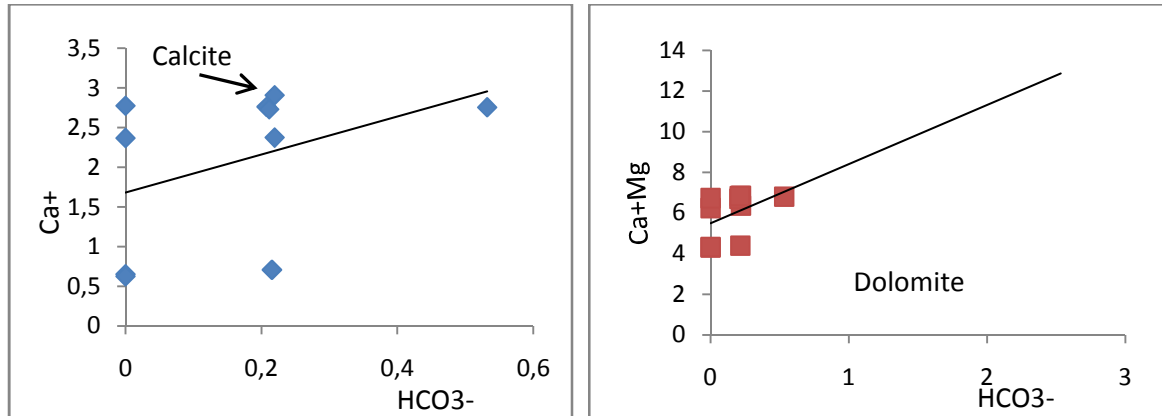


Fig 26: Variation des éléments carbonatés

Les digrammes montrent que les points représentent les différentes analyses chimiques des eaux échantillonnées, se trouve au dessus de la droite de la calcite ainsi celle de la dolomite ce que suggère que l'origine de ces éléments, est autre que les carbonates à l'exception des échantillons se trouvant près des formations carbonatés.

- Origine des éléments évaporitique

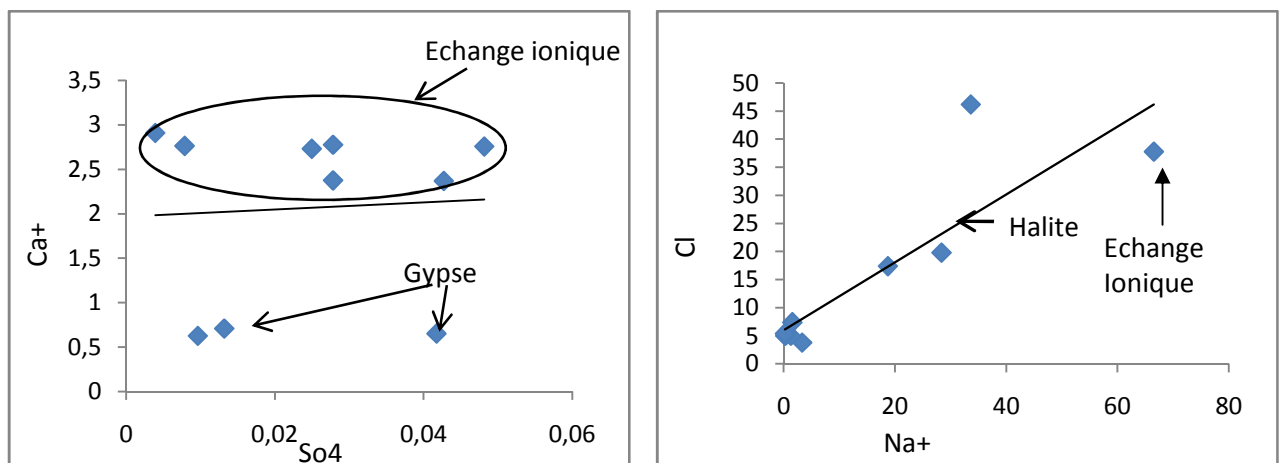


Fig 27: Variation des éléments évaporitique

La corrélation Na^+/Cl^- montre que la majorité des points sont sur la droite se qu'est expliqué par la dissolution de l'halite, nonobstant l'échantillon 04 présente un rapport Na/Cl inférieur à 1 suggérer par un enrichissement plus au moins équilibré en Ca^+ .

La corrélation So_4/Ca présente une majorité de points qui sont en échange ionique à l'exception des échantillons 04,06 et 09 présentant des origines gypsifères.

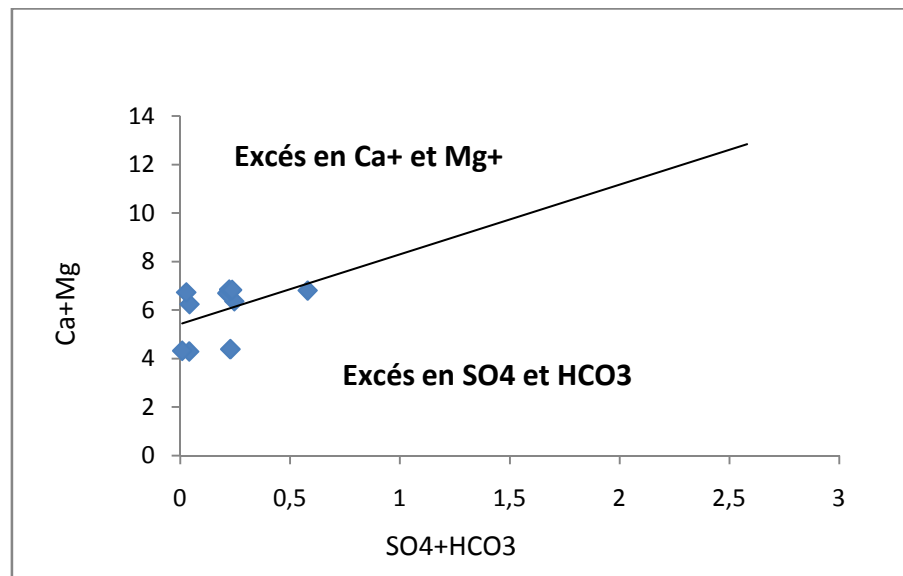


Fig 28 : Relation entre Ca, Mg et HCO₃, SO₄

L'échange de base a tendance à déplacer les points vers le en raison de l'excès de **SO₄** et **HCO₃** en échantillons **04,06** et **09** ou vers l'haut en raison de l'excès en **Ca** et **Mg** en échantillons **01,02,03,05, 07** et **10** traduit par un échange de base provenant des formations carbonatés.

Les chimismes des eaux est acquis par l'interaction de l'eau avec la roche encaissante ce qui a permis de voir qu'il existe, selon la salinité deux groupes d'eau avec une salinité faible caractérisée par la présence de Ca^{+2} , HCO_3 et parfois Mg^{+2} et salinité final plus élevée, en présence de Na^+ et Cl^-

I-5 Conclusion :

La qualité des eaux souterraines de la nappe de TAMZA dépend de plusieurs paramètres physiques et chimiques. Leurs variations spatiales sont dues soit à la lithologie des terrains traversés (dissolution des formations géologiques), soit à des facteurs externes. Les fortes teneurs en Sulfates, chlorure et calcium sont dues, soit naturellement par la dissolution des formations évaporitiques (présence des couches gypseuses et salifères) dans la zone d'étude. Soit d'origine anthropique ; Ce qui conduit à une augmentation de la salinité des eaux. Cette dernière est traduite que l'origine du gypse est due essentiellement à l'influence de la nappe sub-affleurante trop chargée en sels solubles et à l'intensité de l'évaporation qui peut atteindre dans la région

Nous résultants que les ions dominants sont le plus souvent les chlorures et les sulfates parmi les anions et le calcium et le magnésium parmi les cations. Aussi on constate que les eaux de la région étudiée présentent un faciès suivant le sens de l'écoulement, chloruré et sulfaté calcique et magnésien

La lithologie de l'aquifère de la famille chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne est plus fine, la circulation de l'eau est difficile, le temps de contact eau- roche augmente d'où l'augmentation de

la salinité et l'influence des argiles devient plus marquée. Cette interprétation traduit le phénomène de concentration par dissolution.

Conclusion générale

La commune de Tamza , issue de la commune mère El hamma lors du découpage administratif , a été créée en 1984; limitée :

Au nord : par les communes de kais et d'El Hamma.

Au nord est : par la commune de N'sigha A l'Ouest : par la commune de Chelai

Au sud : par la commune de Babar et de Khierane Occupant une superficie de 325 Km² avec une densité de 20 heb/Km².

Dans l'étude hydrogéologie en se basant sur les informations tirées des 165 forages considérés kenchela en général , il ressort que kenchla y compris la zone d'étude est constituée par trois formations hydrogéologiques intéressantes, c'est le système aquifère en zone semi-aride de Kenchela identifié par le Quaternaire, le Crétacé et le Miocène.(TAMZA en quaternaire terrasse inférieure traversée par des terrains argileux et plus rarement par des galets, des graviers, des limons sableux et argileux.)

Les données climatiques de la région étudiée, cette dernière présente a un climat semi-aride. Les précipitations sont très variables dans le temps et stables dans l'espace température moyenne annuelle de 15,90°C. L'évolution annuelle de ces deux paramètres permet de distinguer une période chaude et sèche s'étale du mois..... au mois.....et une autre froide et humide du mois de.....au mois de L'évapotranspiration réelle moyenne est de l'ordre de 288 mm soit 92 mm des précipitations moyennes annuelles.

L'interprétation des différents diagrammes présente L'évolution des éléments chimiques en fonction de temps fait ressortir que de fortes concentrations de sulfate et de calcium sont liées aux formations évaporitiques ou salifères comme le gypse et fait apparaître les faciès chimique Chloruré calcique et sulfatés calcique et magnésien;

La lithologie de l'aquifère de la famille chlorurée calcique et sulfatée calcique et magnésienne est plus fine, la circulation de l'eau est difficile, le temps de contact eau- roche augmente d'où l'augmentation de la salinité et l'influence des argiles devient plus marquée. Cette interprétation traduit le phénomène de concentration par dissolution.

ANNEXE

TAMZA

Schöeller
Berkaloff

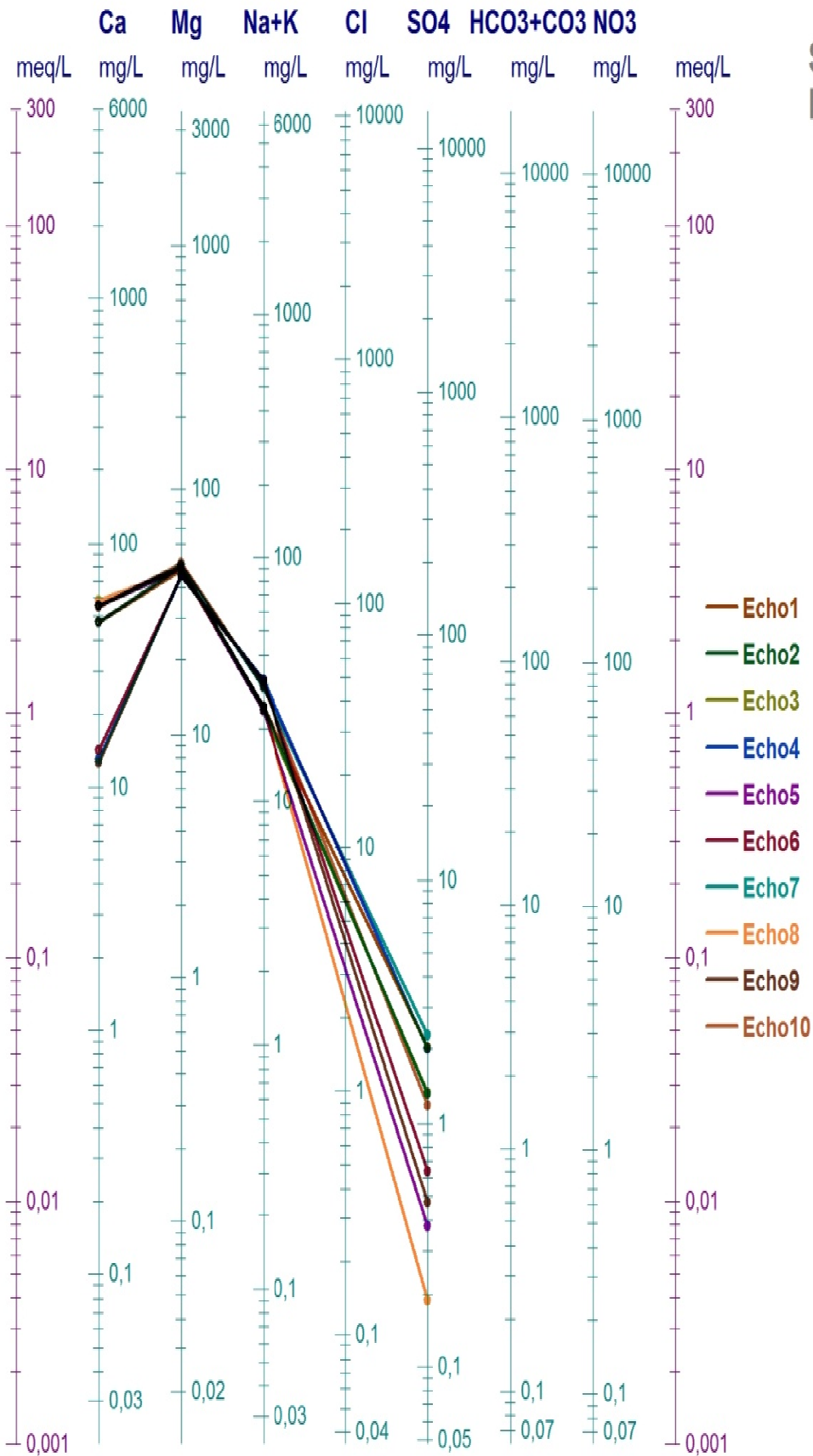
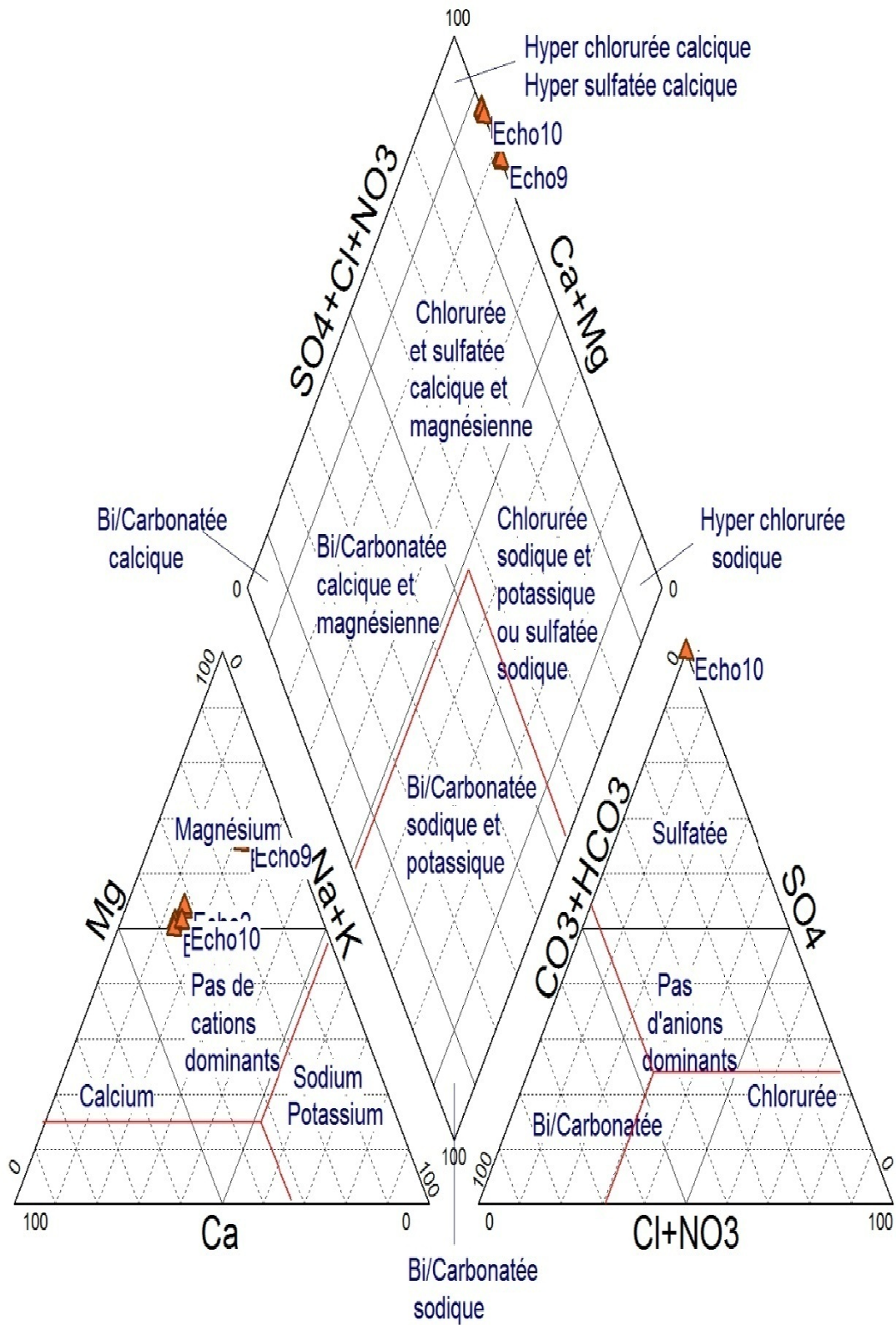


Diagramme de Piper



Tab10 : Analyse physico-chimique de la zone de Tamza

	température	CE	TDS	ph	ca++	mg++	K+	SO4-	Hco3-	CL-	Na+
ech1	16,5	2030	816	7,37	2,3699	3,87539095	0,02882051	0,04270833	0	17,4	18,7130435
ech2	16,18	980	390	7,11	2,3756	3,99176955	0,03146154	0,0278125	0,21934426	3,8	3,3173913
ech3	17	586	233	7,74	2,776	3,95958848	0,03389744	0,0278125	0	5,4	0,54130435
ech4	16,8	4030	1609	7,37	0,6536	3,64436214	0,04933333	0,04172917	0	46,2	33,6152174
ech5	17,1	885	351	7,01	2,76315	3,93942387	0,0514359	0,00785417	0,20754098	5	1,27391304
ech6	16,9	885	354	6,93	0,7099	3,68502058	0,14115385	0,0131875	0,21540984	5	0,28273913
ech7	17,5	2320	923	7,08	2,75715	4,05407407	0,14638462	0,04814583	0,53213115	19,8	28,3652174
ech8	17,3	986	394	7,08	2,9086	3,94296296	0,14679487	0,00391667	0,21934426	7,4	1,55434783
ech9	16,4	4020	1619	7,33	0,6279	3,69909465	0,16546154	0,009625	0	37,8	66,5282609
ech10	17,2	634	253	7,02	2,7314	4,10427984	0,16687179	0,02495833	0,21147541	5,4	0,20634783

Climat de la région de Tamza Année : 1994

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	3.2	10.2	38	79	-
Février	2.3	13.3	23	156	-
Mars	2.8	16.5	29	110	-
Avril	4.1	16.5	12	149	21
Mai	12	28	07	349	-
Juin	15.2	31	10	31.5	-
Juillet	17.8	34.2	30	373	-
Aout	20.9	35.5	05	401	21
Septembre	16.1	28.7	41	29.5	27
Octobre	11.9	20.5	77	125	22
Novembre	7.8	17.2	31	121	22
Décembre	3.4	12.4	26	87	17

Climat de la région de Tamza Année : 1995

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	7.9	9.2	98	83	23
Février	3.6	16	00	107	19
Mars	3.4	13.6	24	129	25
Avril	5	17.4	42	146	25
Mai	10.7	25.9	03	259	21
Juin	15.3	29.3	95	297	21
Juillet	18.3	33.5	16	333	21
Aout	17.2	31.3	58	288	25
Septembre	15.5	26.1	129	184	25
Octobre	11.1	20.6	38	92	14
Novembre	7	16.2	21	89	22
Décembre	4.9	13.3	18	84	30

Climat de la région de Tamza Année : 1996

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	4.3	12.6	141	95	26
Février	1.9	9.8	102	51	27
Mars	4.2	13.8	79	114	23
Avril	7.1	16.7	59	143	31
Mai	10.6	22.5	16	175	27
Juin	13.1	26	22	19	29
Juillet	17.4	32.3	01	489	22
Aout	19.3	33.7	36	346	32
Septembre	14.7	26.2	19	229	32
Octobre	8.6	20.8	19	191	32
Novembre	6.4	17.4	06	175	36
Décembre	4.8	14.5	-	157	32

Climat de la région de Tamza Année : 1997

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	3.9	12.3	27	87	26
Février	4.8	14.7	89	87.6	25
Mars	3.4	15.3	17	91	20
Avril	6.6	18.1	29	125	28
Mai	13.6	26.9	54	249	34
Juin	18.7	33.7	9	192	43
Juillet	19.3	34.5	22	312	34
Aout	18.2	31.6	38	238	30
Septembre	15.5	25.3	73	126	26
Octobre	11.9	21.1	50	116	23
Novembre	7.1	15.3	75	94	33
Décembre	4.1	12.2	55	79	24

Climat de la région de Tamza Année : 1998

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	0.21	11.3	06	79	27
Février	2.6	13.1	31	65	25
Mars	3.7	14.6	61	104	24
Avril	7.9	20	59	171	29
Mai	10.2	22.6	57	130	29
Juin	16.3	30.7	28	260	31
Juillet	18.9	35.1	00	308	24
Aout	17.9	35.6	30	230	33
Septembre	16.6	29.7	44	218	30
Octobre	9.8	20.3	34	95	20
Novembre	58	14.7	42	87	21
Décembre	1.6	10.06	21	80	23

Climat de la région de Tamza Année : 1999

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	3.1	11	48.4	63	24
Février	1.4	9.1	14	68	23
Mars	4.5	15.6	23	118	26
Avril	7.9	21	21	183	36
Mai	14.2	29.1	64	267	27
Juin	18.1	33.5	30	277	32
Juillet	18.8	34.2	17	299	33
Aout	22.2	36.7	86	331	31
Septembre	17.2	29.3	26	205	31
Octobre	14.1	24.6	42	184	28
Novembre	6.1	14.2	89	89	34
Décembre	2.7	10.5	56	72	24

Climat de la région de Tamza Année : 2000

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	-0.5	9.1	10	61.5	15
Février	2.7	13.3	4.1	95.9	25
Mars	5.4	17.4	14.6	130	29
Avril	9.4	22.1	10.3	222	39
Mai	14.1	26.7	81	179	30
Juin	15.2	29.2	60.4	169.2	24
Juillet	18.9	35.3	1.2	279.5	23
Aout	18.8	33.7	9.7	947.6	21
Septembre	15.6	28.6	47.2	159.6	26
Octobre	10.5	20.6	34.7	107.8	38
Novembre	7.2	17.6	17.7	98.6	22
Décembre	04	14.4	20.1	68.8	29

Climat de la région de Tamza Année : 2001

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	2.8	13.1	17.8	64.6	24
Février	2	13.2	15.4	76.9	25
Mars	9.2	22.2	4.3	169.2	30
Avril	7	20	32.4	120.8	22
Mai	12.2	24.1	97.4	164.1	36
Juin	16	31.8	1.4	207	24
Juillet	20.2	36.2	6.5	274	27
Aout	18.8	34	16.5	224.6	40
Septembre	15.8	28.1	81	110.7	27
Octobre	14.9	26.5	26.6	153.2	29
Novembre	6.8	15.4	38.7	58.4	36
Décembre	1.8	10.8	19.4	47.3	22

Climat de la région de Tamza Année : 2002

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	0.8	11.8	9.9	47.6	21
Février	5.4	15.3	14.9	71.2	22
Mars	11.1	18.1	12.1	124	29
Avril	8.2	20.4	26.8	145.6	34
Mai	11.1	26.3	22.2	159.6	28
Juin	16.1	32.3	13.1	235.2	29
Juillet	18.6	33.8	27.4	225.7	32
Aout	18.3	31.7	128.6	187.3	41
Septembre	15	26.7	28	135.7	39
Octobre	11.9	23.5	20	138	31
Novembre	7.9	15.2	84.5	119.8	46
Décembre	4.7	12.8	29.5		26

Climat de la région de Tamza Année : 2003

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	2.8	10	110	59	34
Février	1.6	9.9	66	43.5	33
Mars	4.6	14.6	26.2	61.4	21
Avril	8.4	19.1	88.8	101.9	29
Mai	11.5	21.9	17.6	157.3	31
Juin	16.3	31.8	41.7	183.9	25
Juillet	20.5	36.7	11	289	26
Aout	19.8	34	5.9	260.4	25
Septembre	15.2	27.2	37.9	143	36
Octobre	13.8	23.9	81.8	162.5	26
Novembre	6.5	16.1	19	75.9	26
Décembre	2.4	10.8	44.3	60.7	25

Climat de la région de Tamza Année : 2004

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	2.2	11.3	29	63	20
Février	3.7	14.9	3.9	106.4	34
Mars	5.8	16.9	41.8	112.9	27
Avril	6.6	18.3	53.6	90.6	26
Mai	9.1	20.7	146.7	105.9	31
Juin	13.9	28.4	66.2	138.3	22
Juillet	17.4	33.5	5.2	250.3	27
Aout	19.8	34.9	14.5	240.2	25
Septembre	14.1	27.5	24.6	129.8	23
Octobre	13.1	26.9	15	174	22
Novembre	5	13.2	112.5	34	23
Décembre	3.7	10	110.6	56.1	27

Climat de la région de Tamza Année : 2005

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	-0.4	8.8	5	37.4	28
Février	0.9	7.8	43	48.3	26
Mars	5.7	15.9	35.9	121.8	35
Avril	7.6	18.9	36.4	124.6	27
Mai	12	27.6	14.9	202.3	22
Juin	16.3	30.1	46.1	211.9	36
Juillet	19.8	36	10.8	209.3	31
Aout	12.4	33	19.9	186.7	28
Septembre	13.7	22.9	42.2	143.1	26
Octobre	11.2	23.2	43.2	101.7	26
Novembre	6.3	16.3	24.8	103.6	29
Décembre	2.3	9.9	46.1	42.8	23

Climat de la région de Tamza Année : 2006

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	0.6	7.9	88.7	40	29
Février	1.7	11.1	43.1	56.7	22
Mars	4.7	17.6	10.5	123.7	29
Avril	9.1	22.6	46.7	147.4	35
Mai	13.7	26.4	148.7	131.5	26
Juin	17.2	31	11	286.4	29
Juillet	17.6	33.4	41.1	235.5	28
Aout	17.6	32.2	47	190.3	24
Septembre	13.6	27.1	22.2	152.2	24
Octobre	12.7	25.3	36.6	162.6	24
Novembre	6.7	17.2	11.8	68.2	18
Décembre	3.2	11.1	76.2	34.1	17

Climat de la région de Tamza Année : 2007

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	2.7	13.8	8.1	58.8	21
Février	4.2	13.5	17.4	69.6	25
Mars	3.6	13.3	103.1	61.7	25
Avril	7.9	17.9	76.7	77.3	26
Mai	11.2	24.3	30.4	129.9	24
Juin	17.9	32	38.1	260.5	23
Juillet	17.9	34.6	12	214.4	22
Aout	18.8	33.8	20.7	266	31
Septembre	14.8	28	122.4	135.5	26
Octobre	11.6	21.9	16.8	117.1	29
Novembre	5	15.1	13.4	80.6	28
Décembre	2.6	10.6	49.1	52.2	29

Climat de la région de Tamza Année : 2008

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	1.8	12.6	23.1	56.8	32
Février	2	14.2	7.7	51	20
Mars	4.5	15.8	27.8	92.8	25
Avril	7.8	21.6	14.5	167.2	30
Mai	12.5	24.8	102.7	172	31
Juin	14.9	29.5	6.5	187.1	28
Juillet	20.1	35.9	26.8	293.8	30
Aout	19	33.9	57.8	225.6	18
Septembre	15.8	27.5	93.7	163.8	19
Octobre	11.3	21.3	96.2	74.7	19
Novembre	4.7	13.6	15.2	81.5	36
Décembre	1.4	10.2	48.5	43.1	44

Climat de la région de Tamza Année : 2009

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	2.1	10.2	145.3	51.2	24
Février	1.5	10.2	17.8		
Mars	3.6	14.7	74.9		
Avril	5	15.4	149.6	76.3	28
Mai	9.9	23.7	53.4	177.7	23
Juin	14	31.4	6.3	183.6	24
Juillet	19.6	36.6	20.7	262.2	30
Aout	18.3	33.6	29.7	247	24
Septembre	14.6	25.3	72.7	116.4	26
Octobre	10	20.9	17.9	97.2	25
Novembre	6.3	18.7	3.6	95.9	23
Décembre	5.1	15.4	23	105.9	32

Climat de la région de Tamza Année : 2010

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	2.5	12.3	30.1	79.6	30
Février	4.6	14.8	15	110.6	39
Mars	5.6	18.2	15.5	119	33
Avril	8.9	21	84	127	17
Mai	9.7	22.7	87.4	125.9	28
Juin	15	30.4	25.3	200.4	36
Juillet	18.3	34.4	17	247.3	23
Aout	18.5	34.2	42.7	243.8	22
Septembre	14.8	27.7	70.6	171	28
Octobre	10.4	22.5	36.7	139.1	25
Novembre	6.2	16	73.2	82.7	35
Décembre	3.3	14.3	31.6	93.9	31

Climat de la région de Tamza Année : 2011

Paramètre	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Mois	Min			
Janvier	2.5	13.1	26.9	54.6	19
Février	1.5	10.4	86.2	41	21
Mars	4.1	14.4	98.8	66.8	43
Avril	7.9	20.5	46.3	79.5	32
Mai	9.9	22.8	128.5	88.7	20
Juin	14.1	28	57.6	100.4	18
Juillet	19.2	34.4	28.1	237.8	21
Aout	18.6	34.5	15.4	253.5	18
Septembre	16.3	30.5	18.1	162.4	21
Octobre	10	20.6	64.9	90.2	20
Novembre	7	16	13.2	60.8	32
Décembre	3.1	11.8	42.3	51	18

Climat de la région de Tamza Année : 2012

Paramètre Mois	Température (C°)		Précipitation (mm)	Evapotranspiration (mm)	Vitesse de vent max (m/s)
	Min	Max			
Janvier	1.2	10.2	26.7	49.7	19
Février	-1	7.6	66.1	40.2	18
Mars	4.1	15.9	31.5	95.9	23
Avril	7.7	19.8	42.4	117	26
Mai	11	26.2	46.4	171.8	24
Juin	17.7	34.4	16.2	295.8	24
Juillet	19.8	36.3	3.4	353.5	26
Aout	20.4	36.7	24.4	277	22
Septembre	15.4	28.4	73.2	198	26
Octobre	12.6	24.8	25.9	141.8	27
Novembre	7.7	18.6	27.1	81.8	22
Décembre	2.2	13.4	5	62.9	19

Climat de la région de Tamza Année : 2013

Mois	température			précipitation mm	vent	évaporation mm	insolation h	humidité			neige	grêle	orage
	min	max	moy					Min	max	moy			
Janvier	2.6	11.4	7	37.4	4.1	73.5	133	41	84	63.1	0	0	0
février	1.1	10.8	6	22.3	4.7	77.8	131.2	38.3	85	63	4	0	0
mars	6.3	17.8	12.1	50	4.5	110.8	195.2	35.1	81	58	0	0	0
avril	8.2	22	15.1	37.2	4.51	121.8	253	31.5	61	55	0	0	1
mai	10.5	24.8	17.6	38.1	3.6	138.8	228.1	28.8	84	56.5	0	0	2
juin	13.3	29.9	21.6	0.4	2.9	198.9	269.9	21	6.9	42.8	0	0	1
juillet	18.5	34.2	26.3	39.8	2.6	206.3	285.2	20.2	69	42.9	0	0	1
aout	17.3	32.2	24.8	57.4	2.9	207.3	294.3	25.1	72	47.2	0	1	5
septembre	16.1	27.4	21.8	134.8	1.9	123.7	212.5	39.3	79	56.1	0	0	4
octobre	2.6	11.4	7	37.4	2.2	73.5	133	35.1	72	53.7	0	0	0
novembre	5.6	14.3	9.9	31.7	4	59.4	153	50	82	66.7	0	0	0
décembre	2.1	11.1	6.6	28.6	2	29.5	157.1	57.5		57.5	0	0	0

Climat de la région de Tamza Année : 2014

Mois	température			précipitation mm	vent	évaporation mm	insolation h	humidité			neige	grêle	orage
	min	max	moy					Min	max	moy			
Janvier	2.6	12.3	7.5	47.4	3.4	64.9	175.4	48.7	85.5	67.1	1	0	0
février	3.2	14.4	8.8	38	3.3	86.5	188	44	83.6	63.8	1	1	1
mars	3.7	13	8.3	79.1	4.1	67.8	162.4	58.9	86.1	72.5	1	2	0
avril	7.1	20.7	13.9	0.1	4.1	130.7	288.9	30.2	79.4	54.8	0	0	1
mai	10.6	25.4	18	32.3	3.8	165.1	307.8	26.4	81.6	54	0	0	2
juin	15.4	29.7	22.5	49.3	3.6	202.7	289.2	25.7	71.5	48.6	0	0	4
juillet	18.7	34.6	26.7	00	3.7	288	319.4	18.2	59.4	38.8	0	0	1
août	19.5	35.6	27.6	24	2.7	246.2	293.7	22.3	65.5	43.9	0	0	2
septembre	17.7	31.2	24.5	30	3.2	205.5	215	28.4	72.4	50.4	0	0	4
octobre	12.8	24.8	18.8	15.6	3.4	158.9	226.1	33.3	70.9	52.1	0	0	6
novembre	8.1	19	13.5	36.6	3.9	129.2	139.1	38.9	77.9	58.4	0	0	0
décembre	2.8	10.7	6.8	68.5	3.9	55.4	118	61.3	95.1	78.2	3	0	0

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

FIG N°01 Situation géographique de la région de Khenchela

FIG N°02 Carte géologique de la wilaya de Khenchela

CHAPITRE II

FIG N°03 Coupe hydrogéologique schématique I

FIG N°04 Coupe hydrogéologique schématique II

FIG N°05 Carte piézométrique du Quaternaire

FIG N°06 Carte piézométrique du Crétacé

CHAPITRE III

FIG N°07 Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (1994-2014)

FIG N°08 courbe des précipitations moyennes mensuelles de la période (1994-2014)

***FIG N°09 Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnols de la région de
« Khenchela » (1994-2014)***

FIG N°10 Climat diagramme d'EMBERGER pour la région d'étude

"Khenchela"(1994- 2014)

FIG N°11 évaporation et évapotranspiration potentielle et réelle

FIG N°12 Diagramme variation mensuelle des éléments climatique

FIG N°13 Variation mensuelle des résultats du bilan hydrique

CHAPITRE IV

FIG N°14 Variation des concentrations en PH

FIG N°15Variation des concentrations en conductivité électrique

FIG N°16 Variation des concentrations de TDS

FIG N° 17 Variation des concentrations en calcium

FIG N°18 Variation des concentrations en magnésium

FIG N°19 Variation des concentrations en sodium et le potassium

FIG N° 20 Variation des concentrations en sulfates

FIG N° 21 Variation des concentrations en bicarbonates

FIG N°22 Variation des concentrations en chlorures

FIG N°23 La représentation des échantillons sur le diagramme de Piper

FIG N°24 Classification de Scheoller Berkalofe

FIG N°25 Variation des éléments carbonatés

FIG N°26 Variation des éléments évaporitique

FIG N°27 Relation entre Ca, Mg et HCO_3 , SO_4

Liste des tableaux

Tab01	perimetres d'irrigation a caractère collectif
Tab02	les températures de la wilaya de Khenchela durant la période (1994-2014)
Tab03	précipitations moyennes mensuelle durant la période (1994-2014)
Tab04	Précipitations moyenne mensuelle et température moyenne mensuelle de la période (1994-2014)
Tab05	Estimation d'ETP mensuelle selon THORNOTWAITE (1994-2014)
Tab06	bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station d'EL HAMMA (1994-2014)
Tab07	Valeurs des Température des eaux de la région d'étude.
Tab08	Valeurs des conductivités des eaux de la région d'étude.
Tab09	Classification de degré de minéralisation à partir de la conductivité électrique.
Tab10	Analyse physico-chimique de la zone de Tamza
Tab11	Climat de la région de Tamza Année 1994
Tab12	Climat de la région de Tamza Année 1995
Tab13	Climat de la région de Tamza Année 1996
Tab14	Climat de la région de Tamza Année1997
Tab15	Climat de la région de Tamza Année 1998
Tab16	Climat de la région de Tamza Année1999
Tab17	Climat de la région de Tamza Année 2000

Tab18	Climat de la région de Tamza Année 2001
Tab19	Climat de la région de Tamza Année 2002
Tab20	Climat de la région de Tamza Année 2003
Tab21	Climat de la région de Tamza Année 2004
Tab22	Climat de la région de Tamza Année 2005
Tab23	Climat de la région de Tamza Année 2006
Tab24	Climat de la région de Tamza Année 2007
Tab25	Climat de la région de Tamza Année 2008
Tab26	Climat de la région de Tamza Année 2009
Tab27	Climat de la région de Tamza Année 2010
Tab28	Climat de la région de Tamza Année 2011
Tab29	Climat de la région de Tamza Année 2012
Tab30	Climat de la région de Tamza Année 2013
Tab31	Climat de la région de Tamza Année 2014

Références bibliographiques

(ANDI2015):Hydrogéologies et Hydrologie

(Beghami 2013) : Précipitations

(BNEF, 1983):occupation du sol dans la cédraie des Ouled Yagoub

(BOUBELLI Salim (2009)) : Identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques de la wilaya de Khenchela (Nord-Est algérien). Analyse et synthèse de données. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar-Annaba, 103 p.

(Chaffai et al. 2013): Fig 01(*Situation géographique de la région de Khenchela*)

(DE MARSILY, G. (1981)) : Hydrogéologie quantitative, Ed, Masson, 215 p.

(DSA, 2015):Situation géographique de la région de Khenchela

(Gaagai, 2009) :Indice d'aridité de Martonne

(Guyote G 1999) : Climat Diagramme d'Emberger

(Guyote G 1999) :Climat Diagramme d'Emberger

(INTERNET fr.maparabic.com) : khenchela et Tamza par satellite

(INTERNETwww.wilaya-khenchela.dz) : Situation géographique et administrative de Tamza

(Khabtane 2010) :Limite géographique, la Géologies

(Ramade 2003): le climat de la région de Khenchela,Températures

(Source DPAT, 2):Carte géologique de la wilaya de Khenchela.

(Station météorologique d'Elhamma):Tableau 03,04 ,05

(VILLA, J.M. (1980)): La chaîne alpine d'Algérie Orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Sciences, Pierre et Marie Curie, Paris VI, 450 p

(Younssi. H. E 2009): Introduction de chapitre III, L'évapotranspiration potentielle (ETP),Évapotranspiration réelle (ETR)

Laboratoire ou le travail a été réalisé : Laboratoire régionale –Est- Oum El Bouaghi -

Résumé:

Compte tenu de la position géographique de la région de Tamza et des conditions climatiques face à l'insuffisance et à la pollution en eaux superficielles et souterraines.

la zone constitue le siège d'un aquifère superficiel qui se trouve dans les alluvions du Mio-Plio-Quaternaire dû au processus d'érosion intensif qui provoque l'arrachement des formations superficielles sur les pentes raides. Cette nappe qui a pour substratum les argiles et les marnes gypseuses du Miocène, est entourée par les calcaires du Crétacé. L'étude Hydroclimatologique montre que La zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, ce qui traduit des conditions d'alimentation et d'écoulement très défavorable notamment une forte évaporation.

L'évolution des éléments chimiques en fonction de temps fait ressortir que de fortes concentrations de sulfate et de calcium sont liées aux formations évaporitiques ou salifères comme le gypse et fait apparaître les faciès chimique Chloruré calcique et sulfaté calcique et magnésien; L'analyse de l'origine des éléments a montré que les principaux phénomènes géochimiques intervenant dans l'acquisition de la charge saline sont liés à l'interaction eau-roche (dissolution des minéraux carbonatés et évaporitiques), à l'échange cationique et à la concentration le long de l'écoulement.

Mots Clés: Tamza, Hydrogéologie, Evolution chimique, Dissolution, faciès

Abstract :

Given the geographical position and climatic conditions in Tamza and in order to face insufficiency and pollution in surface and ground water The area is home to a shallow aquifer located in the alluvial deposits of the Mio-Pliocene-Quaternary due to intensive erosion processes that causes tearing of surface formations on the steep slopes. This tablecloth which has for substratum clays and gypsies of the Miocene, is surrounded by limestones of the Cretaceous. The Hydroclimatological study shows that The zone of study is characterized by a semi-arid climate, which translates unfavorable traffic conditions and Flowage, particularly a strong evaporation.

The evolution of the chemical elements in function of time, highlights that stronger concentrations of sulfate and calcium are related in evaporitics or salt formations as the gypsum and brings up for the chemical forces calcium chloride and calcium and magnesium sulphate

The analysis of the origin of the elements showed that the main geochemical phenomena involved in the acquisition of the salt load are bound to the interaction water-rock (dissolution of carbonated minerals and évaporitiques), in the cationic exchange and in the concentration along the flow.

Key words : Tamza, Hydrogeology, chemical evolution, Dissolution, facies.

ملخص:

بالنظر إلى الموقع الجغرافي لمنطقة "طامزة" إضافة إلى الظروف المناخية يمكن إيجاد حلول لنقص و تلوث المياه السطحية و الجوفية. المنطقة تشكل مقر المياه الجوفية الضحلة المتواجدة في مناطق الطمي التي يعود تكوينها إلى فترة (Mio-Plio-Quaternaire) وذلك بسبب الإنجراف الشديد الذي يؤدي إلى إستخلاص التكوينات السطحية. هاته الخزانات الجوفية قوامها الطين و التراب الكلسي من عصر (Miocène)، وتكون محاطة بالحجر الجيري من العصر الطباشيري. الدراسة الهيدروكليماطولوجية أوضحت أن منطقة الدراسة تتميز بمناخ شبه جاف، الذي يعكس شروط تدفق سلبية خاصة آليات تبخر قوية.

تطور العناصر الكيميائية بدلالة الزمن يبين وجود تراكيز مرتفعة لكبريتات الكالسيوم مقرونة بالمتبخرات من جهة و الجبس من جهة أخرى و تظهر سحنات كيميائية تحوي كل من كلوريد الكالسيوم، سلفات الكالسيوم وسلفات المغنيسيوم. التحاليل عن أصل هذه العناصر بين أن أهم الظواهر الجيوكيميائية المتدخلة في إكتساب كمية الأملاح الكلية، مرتبطة بتفاعل الماء مع الصخور (إماهة المتبخرات و المعادن الكربونية)، التبادلات الشاردية و التراكيز طول مدة التدفق.

الكلمات المفتاحية: طامزة، هيدروجيولوجيا، التطورات الكيميائية، الإماهة، السحنات.

