

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun –Tiaret-



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : "Sciences de la Terre et de l'Univers"

Filière : "Géologie"

Spécialité : "Hydrogéologie et Environnement"

Thème :

Contribution à l'étude hydrogéologique de la région de Tiaret

Présentée et soutenue publiquement par :

CHIKHAOUI Souad

MANSOURI Hanane

-Promoteur: Mr. Saboua Toufik

-Président: Mr. Ameer Mohammed

-Examineur: Mr. Mouchara Nabil

Année universitaire: 2017 -2018

*R*emerciement

Tout d'abord, nous ne pouvons oublier de remercier ALLAH de nous avoir donné la foi et la sagesse et nous inclinons humblement devant sa bonté, lui qui nous a donné le courage d'accomplir ce modeste travail. Prière et Salut sur notre Prophète « Mohammed » et sur sa famille et ses compagnons.

*A notre maître et président du jury de thèse d'exercice
Monsieur Aneur -*

Vous nous avez accordé un grand honneur en acceptant de présider le jury de notre thèse. Vos qualités scientifiques seront pour nous un exemple à suivre dans l'exercice de notre profession. Veuillez croire, Monsieur, en l'expression de notre gratitude et notre grande estime.

L'encadrement scientifique de ce travail a été assuré par Sabouaa toufik

Nous tenons vivement à lui exprimer notre profonde reconnaissance et gratitude pour sa disponibilité, sa patience, sa compréhension, nous la remercions de nous avoir fait confiance et d'avoir été présente aussi souvent que possible malgré ses tâches.

Nous remercions également MR MOUCHARA NABIL de bien vouloir être l'examinatrice et de se joindre au jury.

Nous remercions également MR BOUCHENTOUF KHALED ET MR ZERZRKA AEK pour toute l'aide qu'elle nous a apporté. Sa gentillesse, sa modestie, sa riche expérience, son soutien permanent, et l'accueil cordial qu'elle nous a toujours réservé nous ont inspiré une grande admiration à son égard.

Enfin, on remercie tous nos collègues de la promotion 2018 ceux qui ont contribué de près ou de loin, pour leurs soutiens dans la réalisation de ce modeste travail.



Dédicace

*A Allah tout puissant qui m'a inspiré Qui m'a guidé dans le bon chemin
Je vous dois ce que je suis devenu Louanges et remerciements
Pour votre clémence et miséricorde*

*A mes chers parents : **Mansouri MOHAMED et Fatima Rabah**
Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer à leur juste valeur la gratitude et
l'amour que je vous porte.*

*Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études, de longs jours
d'apprentissage.*

*Votre soutien et votre encouragement m'ont toujours donné la force Pour persévérer et
pour prospérer dans la vie.*

*Chaque ligne de cette thèse, chaque mot et chaque lettre vous exprime la
reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes Parents. Que Dieu vous garde.*

*A mes frères HOVARI et Kadi et a ma grande sœur SIHEM A son marie
FETHI et ses enfants RAYEN et RITADJ et A mes sœurs Faiza, ,NAssima,*

A ma chère et mon binômesouad

A mes très cher(e)s ami(e)s

*A tous mes collègues En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs
de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous
souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.*

*A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer. A toute personne ayant
contribué de loin ou de près pour la réalisation de ce travail.*

Hanane



Dédicace

*A Allah tout puissant qui m'a inspiré Qui m'a guidé dans le bon chemin
Je vous dois ce que je suis devenu Louanges et remerciements
Pour votre clémence et miséricorde*

*A mes chers parents : **Bouhours Chikhaoui et Fatima Rabah**
Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer à leur juste valeur la gratitude et
l'amour que je vous porte.*

*Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études, de longs jours
d'apprentissage.*

*Votre soutien et votre encouragement m'ont toujours donné la force Pour
persévérer et pour prospérer dans la vie.*

*Chaque ligne de cette thèse, chaque mot et chaque lettre vous exprime la
reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes Parents. Que Dieu vous garde.*

A mon grand frère Tahert, A son épouse Siham

A mon petit frère Fouzia

*A ma grande sœur Smahane, A son mari El Hadj et ses enfants Abdi El
Djalil, monade et Anes Abdi El badeea*

A mes sœurs Fadhila, Amina, Naïma, Soudjoud et Nour El Houda

A ma chère et mon binôme HAnene

A mes très cher(e)s ami(e)s

*A tous mes collègues En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs
de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous
souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.*

*A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer. A toute personne ayant
contribué de loin ou de près pour la réalisation de ce travail.*

Souad



Sommaire

Liste des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Introduction général	02

Chapitre – 01–

Cadre physique de la zone d'étude

I.1.Introduction.....	4
I.2.situation géographique	4
I.3.Relief et géomorphologie.....	6
I.4.Hydrologie	7
I.4.1.Bassin versant de Cheliff	7
I.5.Les ressources hydriques	11
I.5.1.Les ressources hydriques superficielles	11
I.5.1.1.Barrages	11
I.5.1.2.Retenues collinaires	12
I.5.2.Les ressources hydriques souterraines	13
I.6.Végétation et sol.....	14
I.6.1.La végétation.....	14
I.6.2.Le sol.....	14
I.7.Géologie régionale de Tiaret (DHW, Tiaret 2007)	16
I.8.Géologie de la zone d'étude	16
I.9.La litho stratigraphie	16
I.9.1.Secondaire.....	16
I.9.1.1.Le jurassique	16
I.9.1.1.1.Le jurassique inferieur	16
I.9.1.1.2.Le jurassique moyen	16
I.9.1.1.3..Le jurassique supérieur	17
I.9.1.2.Le crétacé	17
I.9.1.2.1.Le crétacé inferieur	17
I.9.1.2.2.Le crétacé supérieur	17
I.9.2.Tertiaire.....	17
I.9.2.1.Paléogène	17
I.9.2.2.Néogène	17
I.9.3.Quaternaire.....	17

I.9.3.1.Le Quaternaire ancien	17
I.9.3.2.Le Quaternaire récent.....	18
I.10.Aperçu général sur la tectonique	22
I.11.Conclusion	22

Chapitre – 02–

Etude climatologie

II.1.Introduction	24
II.2.Le climat de la zone d'étude.....	24
II.3.Les facteurs climatiques	24
II.3.1.Les précipitations	24
II.3.1.1.Les précipitations moyennes mensuelles.....	25
II.3.1.2.Régime saisonniers des précipitations	26
II.3.1.3.Précipitations moyennes interannuelles et coefficient pluviométrique (CP).....	27
II.3.2.Les Températures.....	29
II.3.2.1.Variations des Températures moyennes mensuelles.....	30
II.4.Classification du climat de la région.....	30
II.4.1.Diagramme Ombro-thermique de Gaussen	30
II.4.2.Détermination de l'h humidité du sol(méthode d'Euverte).....	31
II.4.3.Indice d'aridité de Martonne	32
II.5.Bilan hydrique	33
II.5.1.Etude de l'évapotranspiration	33
II.5.1.1.Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP).....	33
II.5.1.2.Evapotranspiration réelle (ETR).....	34
II.5.2.Estimation du ruissellement	35
II.5.3.Estimation du l'infiltration	36
II.5.4.Interprétation du bilan hydrique	39
II.6.Conclusion	39

Chapitre – 03 –

Hydrogéologie

III.1.Introduction	41
III.2.Identification des systèmes aquifères	43
III.2.1.L'aquifère d'oued Nahr-ouassel.....	43
III.2.2.L'aquifères de mina	43
III.2.3.L'aquifère de l'oued el Abd et de l'oued el Taht	43
III.2.4.L'aquifère de l'oued Touil	44

III.2.5.L'aquifère de sersou	44
III.2.6.Nappe de tiguiguest.....	44
III.3.Les principales nappes souterraines de la région de Tiaret	45
III.3.1.La nappe du Moi-plio-Quaternaire	45
III.3.2.Nappe des dolomies kimméridgiennes	46
III.3.3.Nappe de l'ensemble du Barrémien (les calcaires du Turonien).....	46
III.3.4.La nappe de l'ensemble marno-gréseux attribuée au Miocène	46
III.4.Inventaire des points d'eau	48
III.5.Conclusion.....	48

Chapitre – 04 –

Hydrochimie

IV.1.Introduction.....	50
IV.2.Matériels et méthodes	50
IV.2.1.Echantillonnage.....	50
IV.2.2.Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude	51
IV.2.3. Echantillonnages et fréquences des prélèvements.....	51
IV.3. Analyses physico-chimiques	51
IV.4.Résultats et interprétation des analyses des eaux de sources	53
IV.4.1.Les résultats	53
IV.4.2.Interprétation des résultats	54
IV.4.2.1.Les paramètres physiques	54
IV.4.2.1.1.La Température	54
IV.4.2.1.2.Le potentiel hydrogène (PH).....	54
IV.4.2.1.3.La conductivité électrique (Ce)	55
IV.4.2.1.4.La turbidité	56
IV.4.2.2.Etude des paramètres chimiques	57
IV.4.2.2.1.Cations	57
IV.4.2.2.2.Anions	60
IV.4.2.2.3.Les nutriments	62
IV.4.2.2.3.1.Nitrates (NO ₃ ⁻)	62
IV.4.2.2.3.2. Nitrites (NO ₂ ⁻).....	63
IV.5. La répartition graphique des analyses chimiques.....	66
IV.5.1. Le diagramme en losange ou de Piper	66
IV.5.2. Diagramme de Schoëller Berkaloff.....	66
IV.5.3. Interprétation des résultats	67
IV.5.3.1. Répartition graphique sur le diagramme de Piper et de SchoëllerBerkaloff	67
IV.6.Potabilité des eaux.....	70

IV.6.1.Les normes de potabilité	70
IV.7.Conclusion	72
Conclusion générale	74
Références bibliographiques	77
Annexe	

LISTE DES ABREVIATIONS

- ANRH** : Agence Nationale des ressources Hydriques
- CFT** : Conservation des forêts de Tiaret
- DHW** : Direction Hydraulique de la Wilaya
- SW-NE** : Sud-ouest et nord-est
- AD** : Année déficitaire
- AE** : Année excédentaire
- C°** : Degré Celsius
- IA** : Indice d'aridité
- ETP** : Evapotranspiration potentielle
- ETR** : Evapotranspiration réelle
- I** : Infiltration
- R** : Ruissellement
- i** : Indice thermique
- K** : Coefficient de correction de la latitude
- RFU** : Reserve en eau dans le sol facilement utilisable par les plantes
- Def** : Déficit agricole
- BH** : Bilan hydrique
- EX** : Excédent
- CP** : Coefficient pluviométrique
- Q** : Débit
- SO₄⁻²** : Ions de sulfate
- PH** : Potentiel d'hydrogène
- NO₃⁻** : Nitrates
- NO₂⁻** : Nitrites
- Mg²⁺** : Magnesium
- HCO₃⁻** : Carbonate d'hydrogène
- NH₄⁺** : Ammoniac
- K⁺** : Potassium
- Na⁺** : Sodium
- CL⁻** : Ions de chlorures
- Unité de CE** : Conductivité électrique
- Ca⁺²** : Ions de calcium

DRE : Direction de ressource en eau

ADE :Algérienne des eaux

ONM : Office Nationale de la Météorologie

CCE :La Communauté Economique Européenne

NTU :Unité de turbidité

UTM :Universel Translator Mercator

OMC:Organisation Mondiale de la Santé

NA : Norme Algérienne

N₂ : L'azote

PO₄⁻³ Phosphate

AEP : Alimentation en eau potable

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
Chapitre I : Cadre physique de la zone d'étude		
Fig.1	Carte de situation géographique de la wilaya de Tiaret (ANRH2018)	05
Fig.2	Carte des bassins versants de la wilaya de Tiaret (ANRH, 2018)	08
Fig.3	Carte Réseau hydrologique de la région de Tiaret (CFT ,2014)	10
Fig.4	Carte de situation des barrages dans la wilaya de Tired (DRE, 2017)	12
Fig.5	Les retenues collinaires de Tiaret (DRE, 2017)	13
Fig.6	Carte lithologique de la wilaya de Tiaret (CFT, 2014)	15
Fig.7	Extrait de la carte géologique de Tiaret (ANRH, 2008)	21
Chapitre II : Etude climatologique		
Fig.8	Histogrammes des précipitations moyennes mensuelles à la station d'Ain Boucekif (1986-2017)	25
Fig.9	Disribution des précipitations moyennes saisonnières en pourcentage (1986-2017) (station Ain Boucekif)	26
Fig.10	La corrélation des précipitations interannuelles avec le coefficient pluviométrique de station d'Ain Boucekif (1986-2017)	29
Fig.11	Histogrammes des variations des températures moyennes mensuelles de la période (1986-2017) de station d'Ain Boucekif	30
Fig.12	Courbe ombrothermique selon Gausse	31
Fig.13	Abaque de l'indice d'aridité annuelle de Martonne	33
Fig.14	Représentation graphique du bilan hydrique du c.w. thornthwaite de la station d'Ain Boucekif (1986-2017)	38
Chapitre III : Etude hydrogéologique		
Fig.15	Carte hydrogéologique des bassins de la wilaya de Tiaret (ANRH, 1984-2018) modifié	42
Fig.16	Carte schématique des différentes zones hydrogéologiques de la wilaya de Tiaret (DHW Tiaret, 2007)	45
Fig.17	Extrait de la carte hydrogéologique de la zone d'étude (carte	47

Chapitre IV : Hydrochimie

Fig.18	: Carte de répartition des points de prélèvement de la zone d'étude par une image satellitaire de Google Earth(10/06/2018)	51
Fig.19	Variation des températures en (C°) des points de prélèvements de la zone d'étude	54
Fig.20	Variation des valeurs de PH des points de prélèvement de la zone d'étude	55
Fig.21	Variation des concentrations de CE en ($\mu\text{S}/\text{CM}$) des points de prélèvement de la zone d'étude	56
Fig.22	Histogramme montre les valeurs de turbidité en (NTU)	56
Fig.23	Variations des concentrations de Ca^{+2} en (mg/l) des puits de prélèvement de la zone d'étude	57
Fig.24	Variations des concentrations de Mg^{+2} en (mg/l) des puits de prélèvement de la zone d'étude	58
Fig.25	Variations des concentrations de Na^{+} en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude	59
Fig.26	Variations des concentrations de K^{+} en (mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	59
Fig.27	Variations des concentrations de Hco_3^{-} en (mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	60
Fig.28	Variations des concentrations de SO_4^{-2} en(mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	61
Fig.29	Variations des concentrations de Cl^{-} en (mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	62
Fig.30	Variations des concentrations de NO_3^{-} en (mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	63
Fig.31	Variations des concentrations de NO_2^{-} en (mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	64
Fig.32	Variations des concentrations de PO_4^{-3} en (mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	65
Fig.33	Variations des concentrations de NH_4^{+} en (mg/l) des points de prélèvements de la zone d'étude	66
Fig.34	Présentation graphique des faciés chimiques des eaux de sources suivant le	68

diagramme de piper

Fig.35 Présentation graphique des faciés chimiques des eaux de sources suivant le 69
diagramme de Sholler-Berkalof

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
Tab.1	Les caractéristiques des barrages de la wilaya de Tiaret (DHW ,2017)	11
Tab.2	Tableau caractéristiques géographique de la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	24
Tab.3	Les précipitations moyennes mensuelles de station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	25
Tab.4	Régimes saisonnières des précipitations (1986-2017)	26
Tab.5	coefficient pluviométrie de la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	28
Tab.6	Températures moyennes mensuelles de la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	29
Tab.7	Rapport (P/T) de l'Humidité du sol	31
Tab.8	Valeurs du rapport P/T de station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	32
Tab.9	Résultats de l'ETP obtenues par la formule de c.wthornthwaite	34
Tab.10	Comparaison entre les deux méthodes de calcul de l'ETR	35
Tab.11	Estimation du Ruissellement selon les formules de Taxerons-Berkaloff dans la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	36
Tab.12	Valeurs de l'Infiltration efficace (i.e.) en mm pour la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	36
Tab.13	Bilan Hydrique de la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)	37
Tab.14	Les résultats des analyses physico-chimiques des puits	53
Tab.15	facies chimiques des l'analyses chimiques des points d'eau	67
Tab.16	Les normes Algériennes de potabilité	70
Tab.17	Classification de la potabilité des eaux d'études d'après les normes Algériennes	71



Introduction générale

Introduction Générale

L'eau, source de vie, de progrès et de prospérité, est un facteur déterminant dans le développement socio-économique du pays, la nécessité d'utilisations de l'eau prend une importance de plus en plus croissante, car la possession d'une eau pure pour les besoins humains, industriels et agricoles est un des facteurs essentiels de civilisation.

De toute l'eau présente sur terre, seulement 2.6% est de l'eau douce. Sur ce pourcentage environ 2% sont bloqués dans les calottes glacières et les glaciers. Le reste de l'eau douce se trouve dans le sol (0.568%) ou est accessible directement : lacs, rivières, fleuves, etc. (0.014%). Ainsi, moins de 1% de l'approvisionnement en eau douce sur terre peut être utilisé comme eau potable.

La problématique de l'eau est un problème de quantité et de qualité, c'est à dire de ressources et de pollution. A cause de l'augmentation de la population et la diversification des besoins sollicitent de plus en plus cette ressource, ce qui mène à des pénuries quantitatives et qualitatives. Cependant, grand nombre de ces pénuries pourraient être évitées par une étude hydrogéologique

Dans ce contexte, ce mémoire présente d'abord une contribution à l'étude hydrogéologique de la région de Tiaret. Pour mieux aborder cette étude, nous avons adopté la méthodologie suivante :

- Le premier chapitre a été consacré à la description de la zone d'étude en présentant ses caractéristiques physiques et naturelles.
- Le deuxième chapitre traite la géologie en s'appuyant sur les études antérieures, qui montrent la lithologie des formations constituant la région et les différentes phases tectoniques
- Le troisième chapitre Étude climatique dont l'objectif est de faire un bilan hydrologique, en s'appuyant essentiellement sur les relevés pluviométriques et de la température ,
- Quatrième chapitre. « Etude hydrogéologique » des différents aquifères du secteur d'étude a été basée sur l'étude litho stratigraphique et structural ainsi que la nature et la géométrie des différentes formations.
- Cinquième chapitre « étude hydrochimique » permet de classer les eaux de la zone d'étude par différentes méthodes afin de déterminer leur faciès chimique et de comparer leurs teneurs aux normes de potabilité



CHAPITRE I :

Cadre physique et géologique

I.1 .Introduction:

Dans ce chapitre, nous allons essayer de présenter les principales données que nous avons recueillies et traitées qui de cadre physique de la région de Tiaret.

I.2. Situation géographique :

La wilaya de Tiaret est située à l'ouest du pays, composée de 14 d'airâtes et 42 communes, elle s'étend sur une superficie de 20.050 Km², et abritant une population d'environ 947 774 Habitants elle est délimitée par plusieurs wilayat à savoir :

- Tissimesiltet Relizane au Nord.
- Laghouat et el Bayad au sud.
- Mascara et Saida à l'ouest.
- Et enfin Djelfa à l'est.

Au vu de sa position géographique, la wilaya de Tiaret apparaît comme étant un centre de liaison important entre plusieurs Wilaya et une zone de contact entre le sud et le nord.

Son étendue confère à son espace un caractère hétérogène sous tendue par :

- Une zone montagneuse au nord.
- Des hautes plaines au centre.
- Par des espaces semi arides au sud de la wilaya.

Ceci dénote la variété des paysages et du relief.(ANRH)

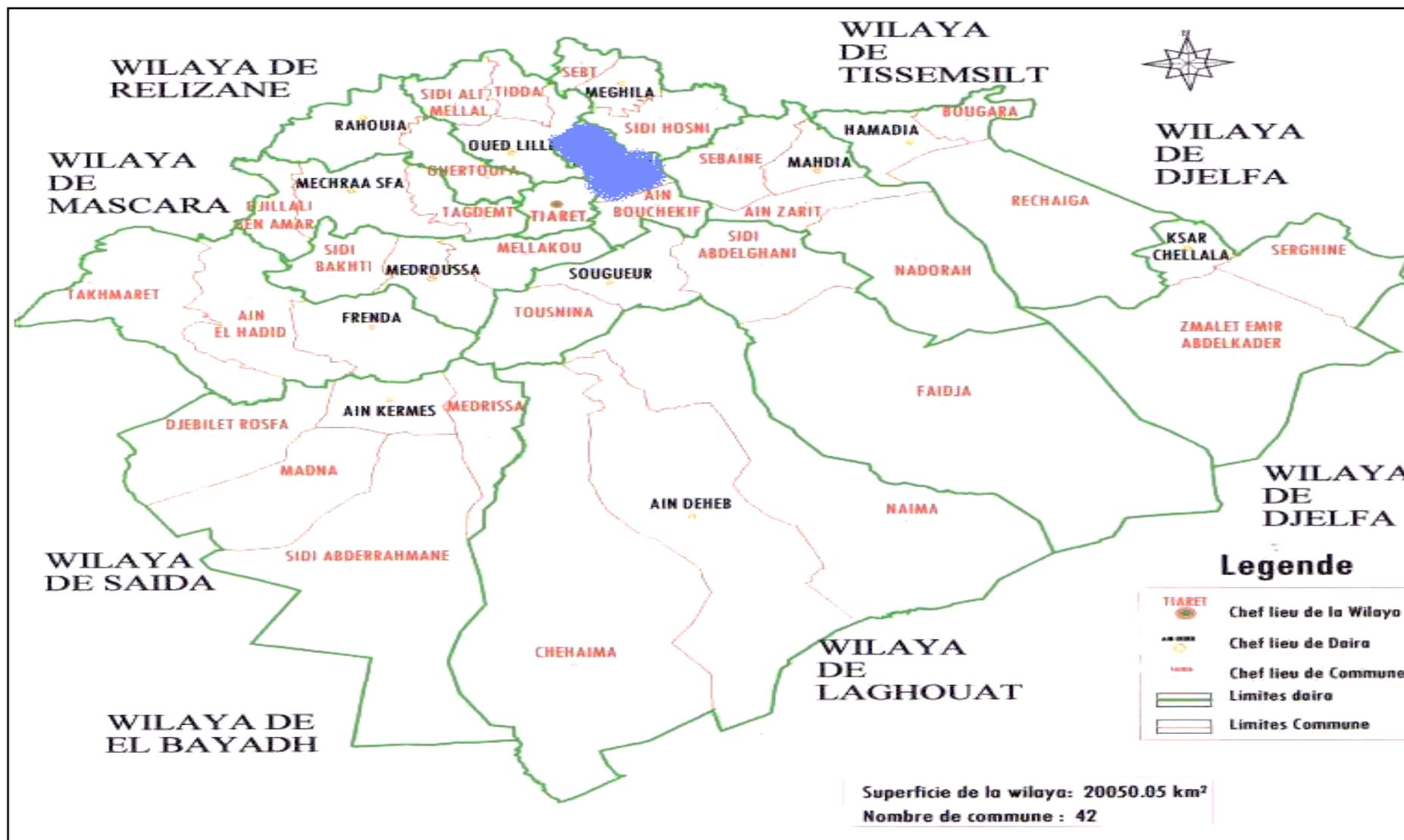


Fig. 01 : Carte de Situation Géographique de la wilaya de Tiaret (ANRH 2018)

I.3. Relief et Géomorphologie :

Le territoire de la wilaya est limité par le versant méridional du chaînon de l'atlas tellien (L'OUARSENIS), au sud par l'atlas saharien (DJEBEL AMOUR) et au sud ouest les monts de Frenda. Cependant, le reste de la wilaya représentent les hautes plaines limitées elles aussi par :

- La cuvette du chott Echergui au sud de la daïra de Frenda.
- Les plateaux de Sersou au nord.

La nature des sols et la structure de relief donnent à la wilaya des aspects divers qui permettent de distinguer deux grandes régions naturelles, le tell et les hautes plaines.

- LE TELL

Il s'étend du Djebel Nador jusqu'au versant sud de Frenda caractérisé par des capacités physiques à vocation agricole; son relief est composé de:

- De sols argileux du tertiaire (Miocène) donnant des terres riches et profondes tels Mechraa Sfa et Rahouia.
- De sols gréseux-calcaires (ce sont les plus nombreux du secondaire jurassique et crétacé) donnent des sols légers tels ceux de Sougueur. D'alluvions quaternaires dans le Sersou, tels que Mahdia, on y pratique la céréaliculture sur de grandes surfaces avec des moyens modernes.

L'importance de cette région (Tell) se justifie d'ailleurs même par la création de centres urbains importants: Frenda, Tiaret, Hamadia, Sougueur, ...etc.

Au vu de l'activité socioéconomique existante, le Tell forme la partie vitale de la wilaya.

- Les Hautes Plaines

Elles forment, sur une centaine de kilomètres à partir du Djebel Amour, une région monotone dénudée, au relief tabulaire et au sol rocailleux, c'est une région où pousse l'alfa et céréales ; de petites cuvettes alluviales (les dayas, parfois ensemencées, où pousse l'armoise qui traduit l'aspect pastoral de son espace).

Elles forment la partie la plus étendue de la wilaya, c'est une bande de hautes terres qui forment une dépression par rapport au tell qui encadre au nord. Le domaine tabulaire comporte, la cuvette du chott Echergui ; cette cuvette se relève, de part et d'autre en vastes plans inclinés formées de matériaux accumulés au centre et provenant du tertiaire continental.

Ils atteignent 300 mètres d'épaisseur et recouvrent de la sorte, la très importante nappe d'eau albienne.

La légère ondulation du paysage sous la tectonique à favorisé l'endoréisme et aujourd'hui encore plusieurs oueds ne parviennent pas à la mer et débouchent sur les dépressions formées (Chott et Sebkha).

Enfin, la structure du relief permet d'affirmer que l'espace de la wilaya est formé d'une succession de hautes plaines et de hauts plateaux, et d'importants massifs montagneux caractérisés par une altitude moyenne de 1000 mètres.(ANRH)

Nous relevons ainsi les altitudes suivantes :

- TIARET :1100 m
- FRENDA :1150 m
- SOUGUEUR :1100 m

I.4. Hydrologie :

Le territoire de notre wilaya est intéressé hydrographiquement par 01 grands bassin versant à savoir:

Le Bassin Versant du Cheliff Zahrez

I.4.1.Bassin versant du Cheliff:

Sa superficie totale est de 43750km² regroupant 08 wilayas, la wilaya de Tiaret n'occupe que 14344km² soit 33% de sa superficie totale. Ce bassin versant s'articule et se devise à notre niveau en 13 sous-bassins versants:Oued Mina amont , Oued Mina –moyen, Oued Mina –Aval ,Oued Touil –Amont , Oued Touil –Moyen, Oued Touil –Aval, Oued Sakni,Oued Sousselem , OuedMechti ,OuedAbd,Oued Nahr Ouassel
(DRE, 2018)

La longueur du réseau hydrographique de la wilaya est de 1.938 km, dont 889 km pour les oueds permanents et 1.049 km pour les oueds intermittents, les principaux oueds sont :

- OUED TOUIL
- OUED EL ABED
- OUED MINA
- NAHR OUASSEL

En période normale la wilaya de Tiaret reçoit 300 à 400 mm de pluie par an avec une fluctuation saisonnière de la pluviométrie allant de 157 mm en hiver à 31 mm en été.(ANRH).

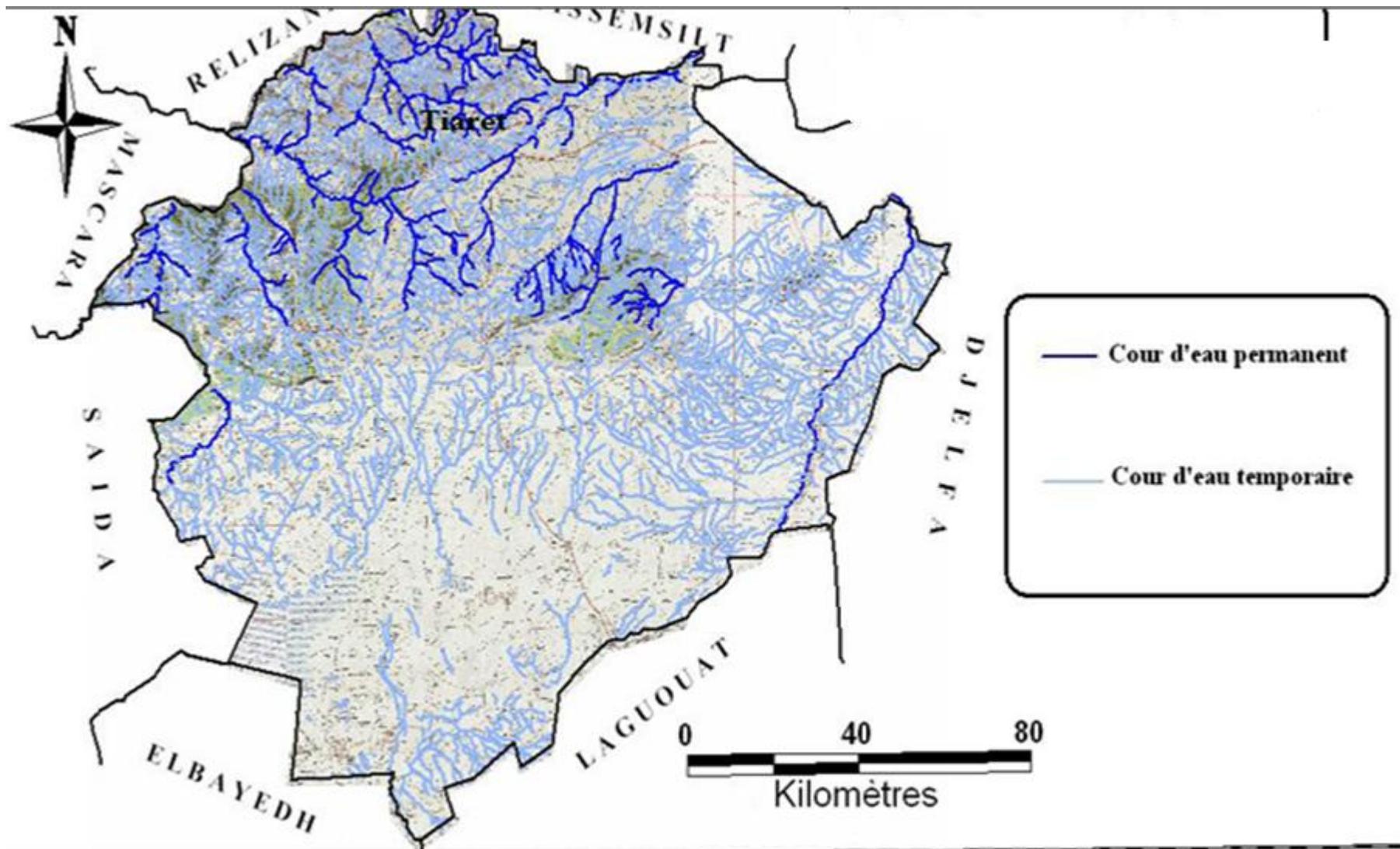


Figure ° 03: Carte du Réseau hydrologique de la région de Tiaret(CFT2014)

I.5. Les ressources hydriques :

I.5.1. Les ressources hydriques superficielles :

I.5.1.1. Barrages :

La wilaya dispose de 03 Barrages de capacité globale : 100 HM3.

- **Barrage Bekhadda** : Située à l'Ouest de la wilaya dans la commune de MechraaSfa à une altitude de 665 mètres, leur Destination : A EP des localités deTiaret,Rahouia, MechraaSfa,Djillali Ben Ammar , Kharouba, Guertoufa et Temda .

- Barrage de Dahmouni :

Située au Nord de la wilaya dans la commune de Sebaine à une altitude de 925 mètres, leur Destination : irrigation du périmètre de Dahmouni pour une Superficie de 4000 ha.

- **Barrage de Bougara**: Située à l'Est de la wilaya dans la commune de Bougara à une altitude de 809,50 mètres, leur Destination : irrigation du périmètre de Bougara d'une superficie de1000 Ha 100 ha sur le territoire de wilaya de Tiaret et 900 ha à l'aval sur le territoire de wilaya deTissemsilt.

Les caractéristiques de ces barrages sont consignées au tableau n°01 suivant:

Barrages Caractéristiques	Barrage Bekhadda	Barrage deDahmouni	Barrage deBougara
Date de mise en service	1936	1987	1989
Superficie du bassin versant	1300 km2	530 Km2	454 Km2
Apport moyen interannuel du bassin versant	72Hm3	13.30Hm3	14.43Hm3
La capacité initiale du barrage	45Hm3	42Hm3	13Hm3
La réserve actuelle	39.9Hm3	26.60Hm3	11.00Hm3
Volume régularisé	44.40Hm3/an	9Hm3/an	5.50Hm3/an

Tableau n° 01: Les caractéristiques des barrages de la wilaya de Tiaret (DHW, 2017).

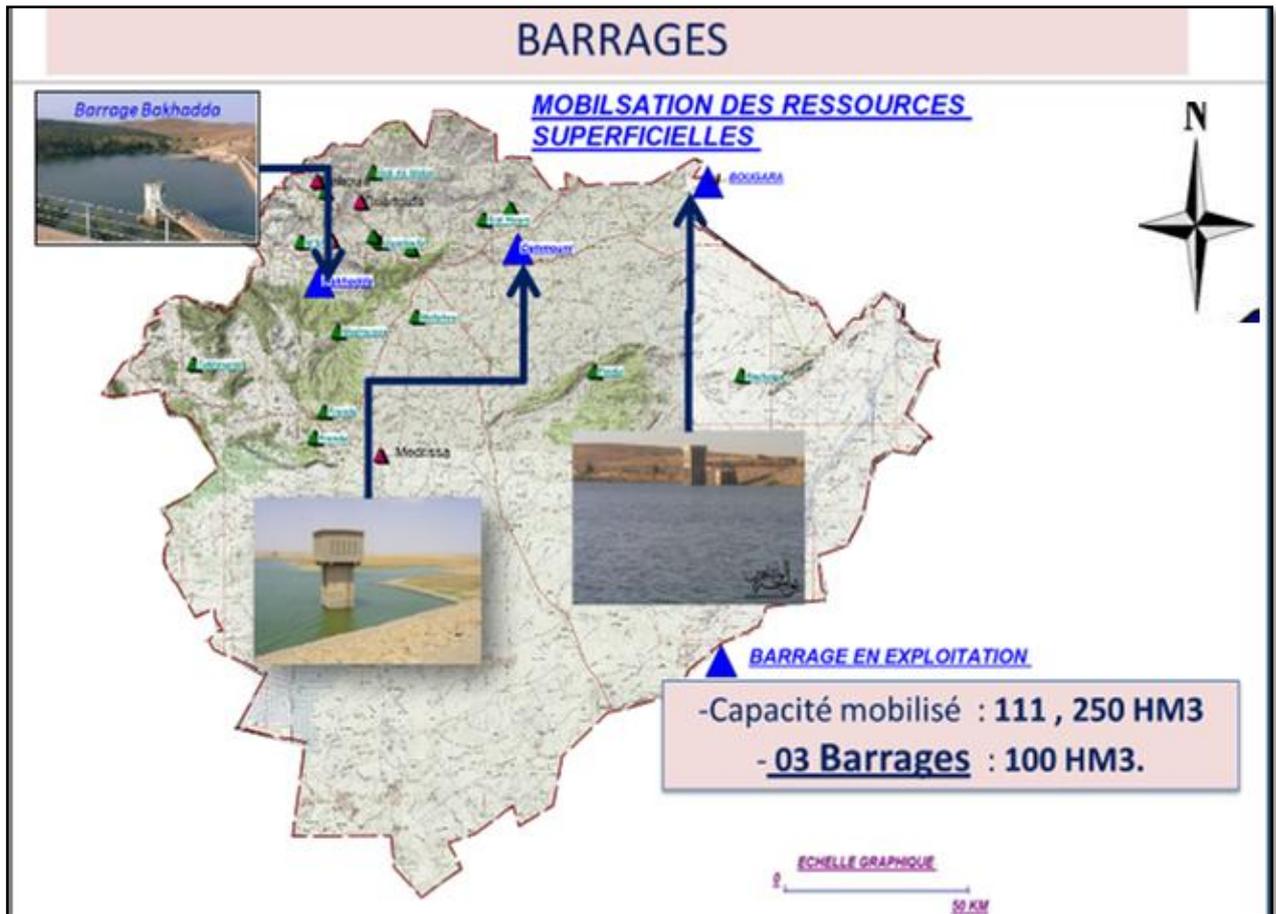


Figure n°04 : Carte de situation des barrages dans la wilaya de Tiaret(DRE,2017)

I.5.1.2. Retenues collinaires :

Ce sont des ouvrages de stockage de l'eau qui sont remplies par les eaux de surface et les eaux de ruissellement. Elles peuvent être assimilées à des micro-barrages. Ces dernières peuvent constituer des réserves stratégiques pour l'alimentation en eau des populations, des cheptels... (En cas de sécheresse prolongée).

La wilaya dispose de dix-huit (18) retenues collinaires d'une capacité de stockage de près de 12 millions de m³, ainsi qu'une autre en cours de réalisation à Rahouia d'une capacité de 83.000 m³. (DHW, 2017)

Les retenues collinaires

Taht, Fardja a Frenda, Tihamamine a Medroussa, Boudjrane a Mellakou, Merzouga a Takhemert, Meridjel et Taфраoua a Medrissa, Mekernez, Daidia, S'mara a Guertoufa, Sidi Said a Oued Lili, Bozo a Sidi Ali Mellal, Tiguiguest et Melh a Sidi Hosni, Magrounet a Rechaiga, Menaoura a Rahouia, Bensaàdoune a Faidja, Oued Slénea MechraaSfa.

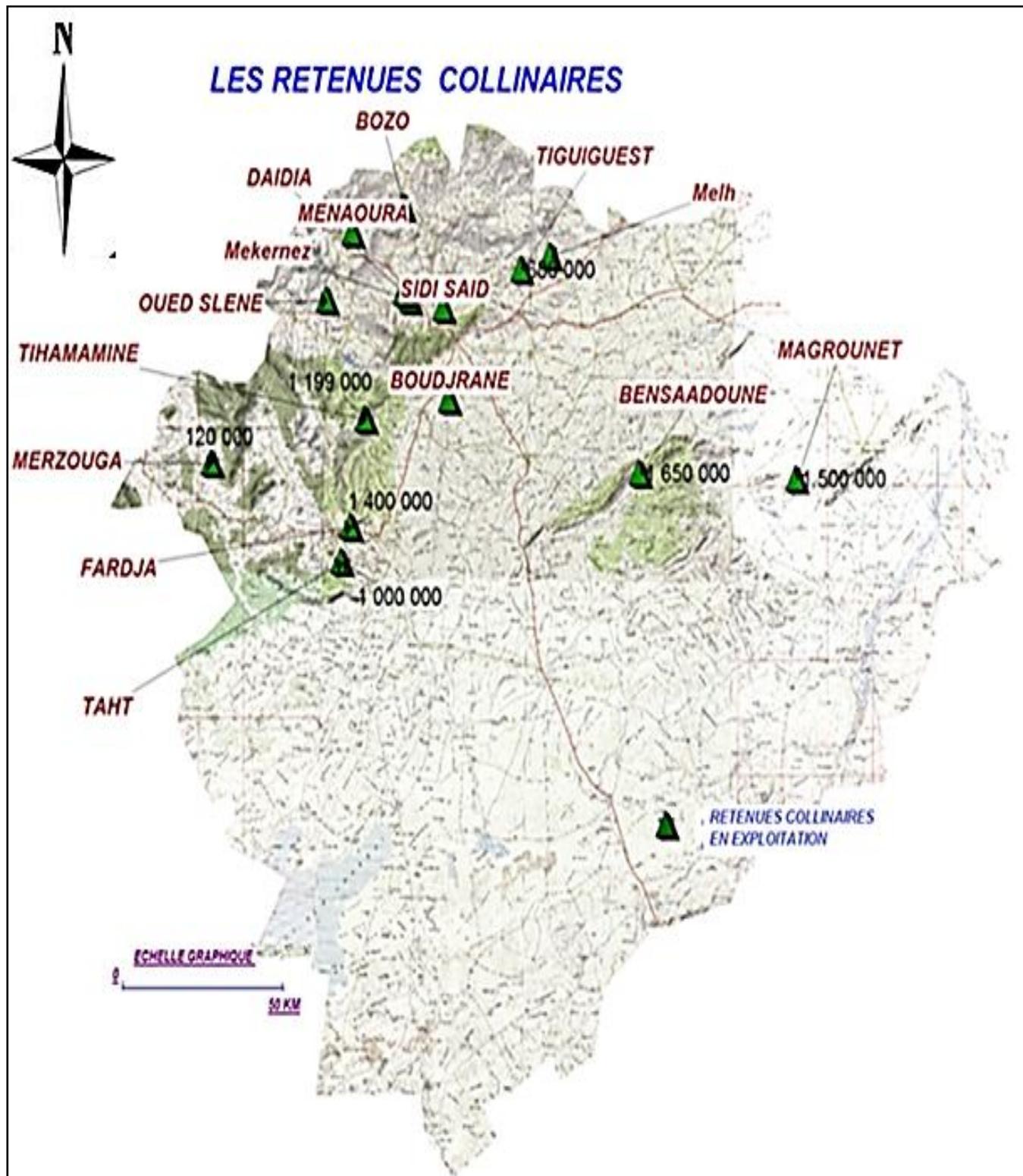


Figure n°05 : Les retenues collinaires deTiaret(DRE,2017)

I.5.2.Les ressources hydriques souterraines :

L'eau souterraine, qui est généralement de meilleure qualité que celle de surface peut être vulnérable à la contamination, et des précautions doivent être prises pour assurer un approvisionnement en eau de bonne qualité.

Selon (**DRE ,2012**), La ville de Tiaret contient au total 2460 puits et sources tel que :

- Les puits privés : 2323
- Les puits publics : 114
- Les puits agricoles : 14
- Les sources : 9

Les formations aquifères de la wilaya sont :

- ▶ Nappe de Chott chergui : Nappe des dolomies Jurassique et des calcaires Crétacé, On dénombre : 40 Forages, 454 Puits, 03 Sources
- ▶ Nappes d'Oued Tahat et Oued El Abed : Nappe des dolomies Jurassiques, On dénombre 20 Forages ,35 Puits ,05 Sources.
- ▶ Nappe de Nahr Ouassel : On dénombre : 40 Forages, 454 Puits, 03 Sources.
- ▶ Nappe Aquifère de la vallée d'Oued Touil : Nappe des sables et calcaires Crétacé
- ▶ Nappe Ain Dzarit : Nappe du Plio-Quaternaire, le nombre de forages existants : 04 dont 01 détérioré, d uneCapacité initiale totale installée : 7 950 m³/j.
- ▶ Nappe Tousnina : Nappe des calcaires Crétacé, elle est constituée de quatre forages et 04 Source Sidi Ben Abdallah.

I.6. végétation et Sol :

I.6.1.La végétation :

La wilaya est constituée essentiellement d une végétation à dominance .les espèces dominantes sont :(**D après CFT 2018**)

- Pin d'Alep : Arbre forestier qui accepte des terrains médiocres
- Le chêne vert : Arbre à croissance relativement lente
- Le thuya de berberie : c'est un résineux des régions chaudes à faible altitude
- Le Genévrier rouge : arbre de taille moyenne des régions sèches
- Les oléastres : synonymesd'olivier sauvage : arbre centenaire de 8 à 10 m
- Le cyprès vert : c'est essence fugale de plaines et des montagnes
- Le pistachier lentisque : est très abondant partout, il peut former des touffes atteignant de très grandes dimensions

I.6.2.Le Sol :

La région de Tiaret est dotée des sols méditerranéens est très ancienne et très complexe. Elle commença au début du quaternaire et s'affirme à partir de l'holocène. les sols ayant évolué pendant plus de dix milles ans.

Les sols plus répandus sur la wilaya de Tiaret sont (**Carte. 06**) (CFT, 2014) :

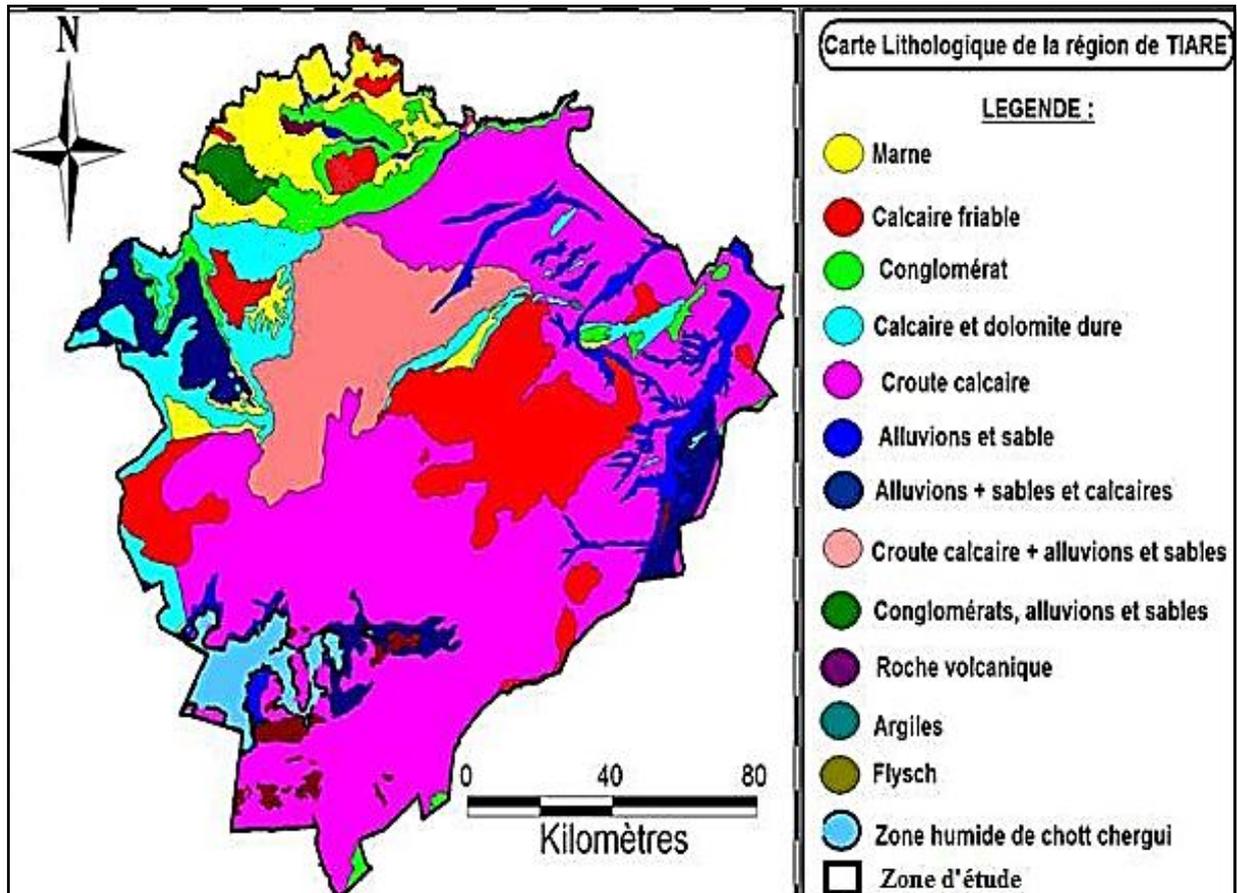


Figure n°: 06: Carte lithologique de la wilaya de Tiaret (CFT, 2014)

I.7.Géologie régionale de Tiaret :

La région de Tiaret est une zone de passage entre les montagnes au Nord, les hautes plaines au centre, cette diversité du relief qui caractérise la région, s'ajoute une opposition structurale, relativement simple au sud, constitués de vaste étendues sédimentaires d'où émergent des massifs de calcaires isolés et un édifice plus complexe au Nord par séries hétérogènes qui touchent la bordure Sud tellienne.(**DHW Tiaret, 2007**)

La région d'étude se trouve dans une vaste zone synclinale de l'ensemble tellien s'étendant du Sud-ouest au Nord Est et rempli de dépôts carbonatés du Méso- Cénozoïque, la structure lithologique de cet ensemble tellien se caractérise par le développement de dépôts alluviaux meubles, les calcaires Jurassiques et les grès, marnes du Miocène.

I.8.Géologie de la zone d'étude

Du point de vue géologique Le territoire de Tiaret est constitué par deux domaines : le domaine tellien et le domaine pré- atlasique. Contrairement au domaine pré-Atlasique qui couvre particulièrement, le domaine Tellien caractérisé par les formations qui correspondent aux formations Plio- Quaternaire abritant la zone du Sersou; le Miocène supérieur et moyen relatif à l'ensemble de Méchera Sfa Tagdempt et Djebel Guezoul; le Miocène inférieur s'étend de Tiaret à Dahmouni; l'Oglio - Miocène correspond aux Tiaret et enfin, l'Eocène calcaire se trouve au Nord-Ouest de la wilaya s'étalant de Rahouia à Djilali Ben Amar.(Nouar Belgacem, 2015).

La zone d'étude occupe une position partagée entre le territoire de trois communes : la commune de Tiaret, Guertoufa et Tagdempt. Elle est constituée par quatre cantons principaux : Djebel Guezoul, Djebel Koumat, Djebel Azouania et DjebelSaffalou.

I.9.La Litho- stratigraphie de la zone d'étude :

I.9.1. Secondaire :

I.9.1.1. Le Jurassique:

Le Jurassique de la région est représenté au Djebel Nador par :

I.9.1.1.1.Le Jurassique Inferieur(Lias) : représenté par des dolomies cristallines et calcaires à grains fins plus ou moins dolomitisée, des calcaires marneux, et par des calcaires à grains fins.

I.9.1.1.2 Le Jurassique moyen :

Le Jurassique moyen est représenté par le Bajocien et probablement par le Bathonien(**Foucault. A, 1975**).

Le passage de cette série détritique à l'Aalénien (calcaire) se fait par l'intermédiaire d'un conglomérat de base à galets des calcaires.

I.9.1.1.3. Le Jurassique supérieur :

Le Jurassique supérieur est représenté par :

A la base par des marnes schisteuses noirâtres et grises, ou s'intercalent quelques horizons marnes et de marno-calcaire gris foncés.

I.9.1.2. Le Crétacé:

I.9.1.2. 1. Le Crétacé inférieur:

Il est constitué par des formations calcaires-dolomitiques assez marneux, des marno-calcaire gréseux et enfin des formations calcaire-gréseux qui comprennent une alternance de calcaire (ou de dolomies).

I.9.1.2. 2. Le Crétacé supérieur :

a- Le Cénomaniens: Le cénomaniens affleure au niveau de Talmaia et est formé de marne d'argilithique calcaire tendre, de grès et d'un conglomérat à la base

b- Le Turonien : Il est représenté par les dolomies gréseuses et des calcaires

c- Le Sénonien : Le sénonien à un faciès très varié, il comprend des calcaires, des argiles gypseuses, des grès et des conglomérats de base.

I.9. 2. Tertiaire :

I.9.2.1. Paléogène :

Oligocène : Des marnes et des grès plus ou moins épais (600 à 900m) sont observées dans la région de Gartoufa.

I.9.2.2. Néogène :

Miocène : Le Miocène supérieur et moyen : est constitué par une formation gréseuses dominante, correspondant à l'ensemble de : Mechraa Sfa. La formation géologique de la région de Mechraa Sfa est attribuée à l'unité tectonique de la dépression de Rahouia. Elle est insérée entre le Miocène Post nappe de Tiaret, au Sud, et l'unité tectonique Sénonienne au Nord. Tagdempt et djebel Guezoul.

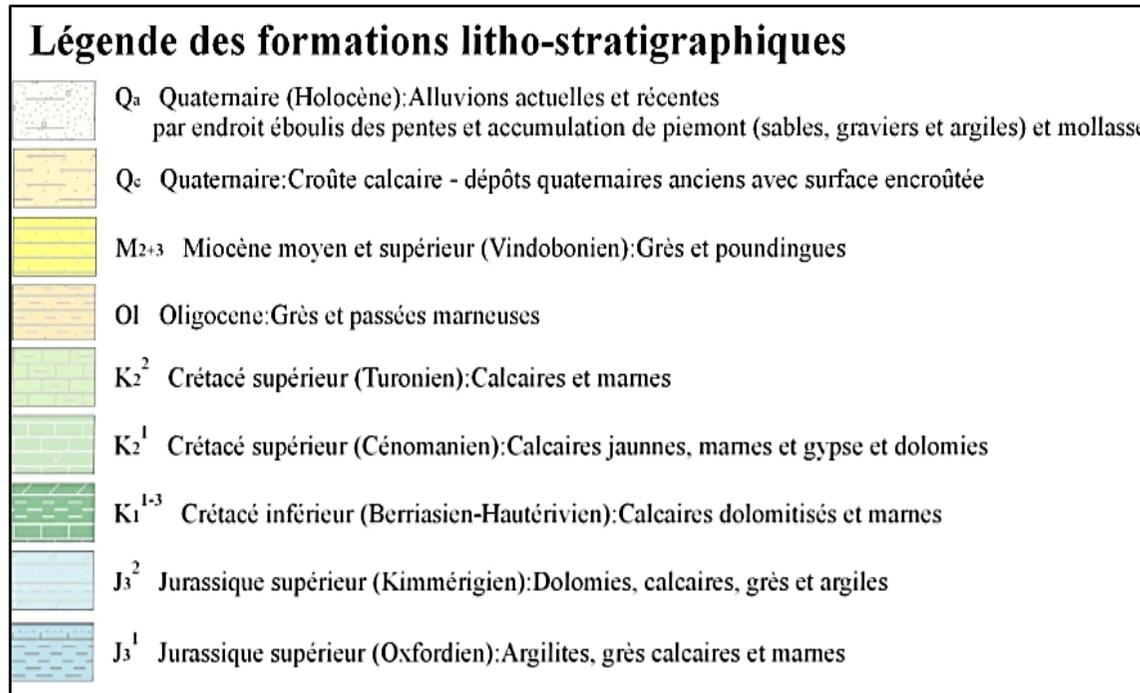
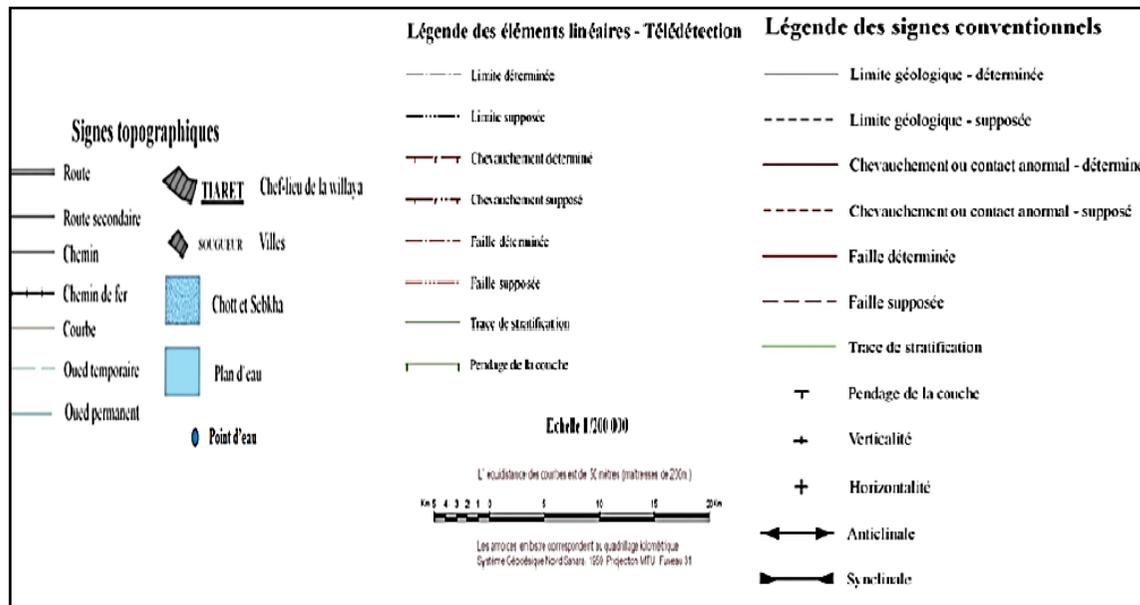
I.9.3. Le Quaternaire:

I.9.3.1. Le Quaternaire ancien:

C'est une formation fluviaux-lacustre très hétérogène, constituée de marne crayeuses plus ou moins sableuses et argileuses couvert parfois de lits de sable et galet. Elle renferme des encroutements calcaires.

I.9.3.2. Le Quaternaire récent :

Le Quaternaire récent recouvre de grandes étendues, il présente des galets et de sable. Il est plus développé dans la région de Bou Dahna (**Deleau et Caratini .1970**).



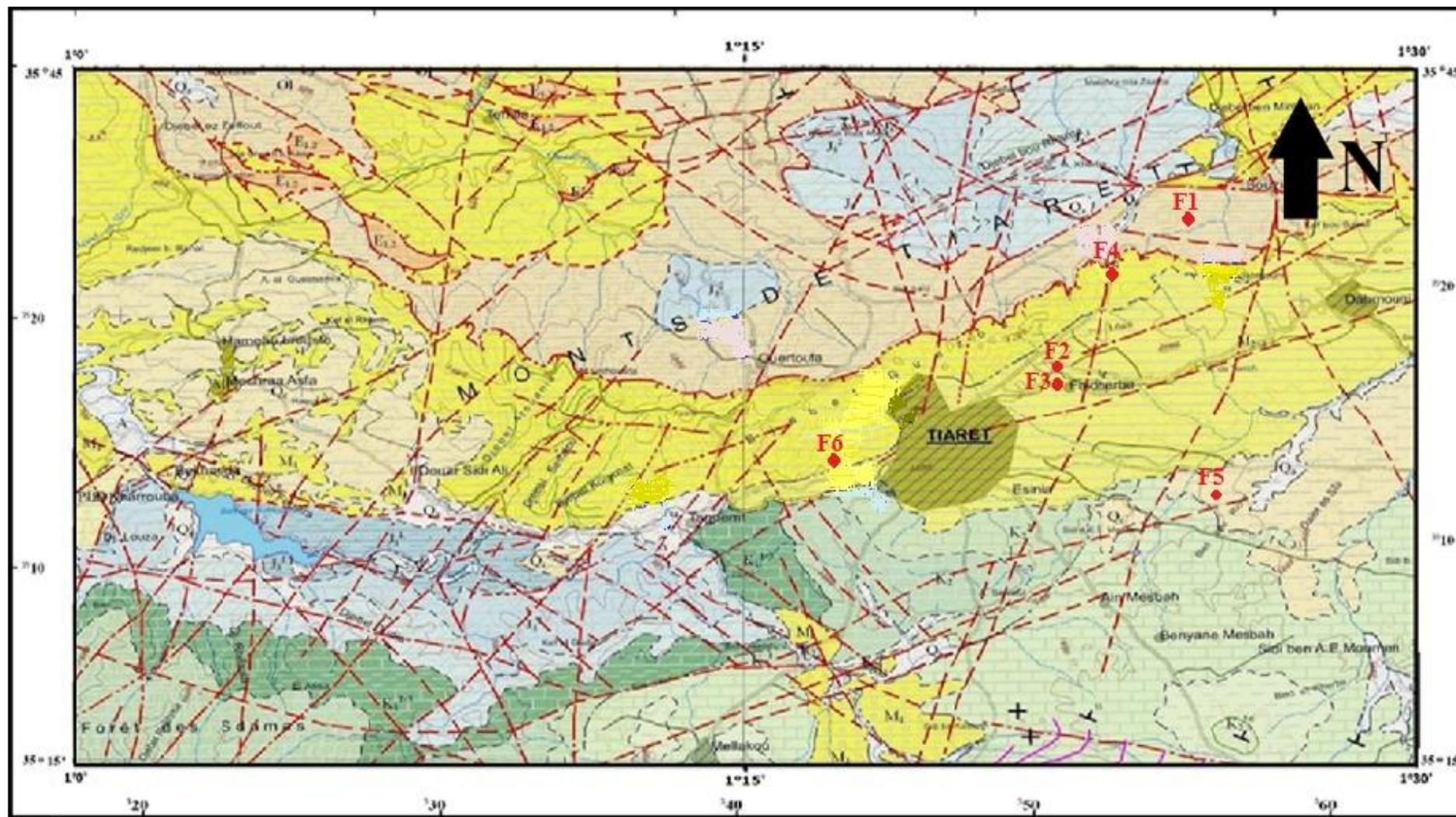


Figure n° 07 : Extrait de la carte Géologique de Tiaret (ANRH, 2008.Echelle :1/200.000).

I.10. Aperçu général sur la Tectonique :

Les grandes lignes tectoniques de la région sont situées au niveau des monts de Tiaret et celui du Djebel Nador.

Elle est à la régie des faciès du Secondaire et Tertiaire. Le plateau du Sersou qui correspond à un vaste synclinal, est comblé par des dépôts Tertiaires à continentaux. Limité au Sud par le vaste anticlinal du Nador où le Centre est marqué par un accident tectonique majeur de direction SW-NE qui fait apparaître le Trias. Au Nord, l'anticlinal de Tiaret fait sortir un socle rigide formé de roches volcaniques, mise à jour à la faveur de faille de direction Est-Ouest. (in BELHAKEM, et SALAH,2015)

Des formations souples viennent s'ajouter à la tectonique en écailles cassantes où l'ensemble des plissements Jurassiques et Crétacés présente une orientation générale SW-NE qui se noie sous les formations Tertiaires du Nord.(in BELHAKEM, et SALAH,2015) (BRAHEM2016)

I.11.Conclusion :

Tiaret C'est une région à vocation pastorale ,situé à l'ouest du pays, son territoire s'inscrit dans un espace naturel très vaste. Il repose sur un relief limité par le plateau du Sud Atlas Tellien et massif de l'Atlas saharien (montagnes Amour) au Sud, le massif de Frenda au Nord-Ouest, le reste est représenté par les hauts plateaux. La wilaya fait partie d'un grand bassin versant : le bassin de Cheliff.

La ressource hydrique est basée essentiellement sur le barrage de Bekhadda avec une capacité de 45Hm³, (destiné à l'alimentation en eau potable) ; le barrage Dahmouni avec une capacité de 39Hm³, (destiné à l'irrigation) et le barrage de Bougara avec une capacité de 13Hm³, (destiné à l'irrigation). et des ressource souterraines riche en eau de bonne qualité. et aussi de La longueur du réseau hydrographique de la wilaya est de 1 938 km. Ainsi que 18 retenues collinaires d'une capacité globale de 11.671Hm³.

Nous pouvons en conclure que La formation géologique de la wilaya de Tiaret est subdivisée en deux domaines : le domaine tellien et le domaine pré- atlasique. Elle est représentée par la succession de terrains allant du secondaire au Quaternaire. C'est une superposition de bancs de Grès tendres miocène surmontant en concordance une assise argileuse de la même formation. Au-dessous vient le crétacé marno-calcaire dans sa partie inférieure, dolomitique dans sa partie supérieure. Ces formations sont susceptibles de stocker ou d'emmagasiner des eaux souterraines.



CHAPITRE II

Climatologie

II.1.Introduction :

Le climat peut se définir comme étant la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée. Il se distingue de la météorologie qui désigne l'étude du temps à court terme et dans des zones ponctuelles. La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures statistiques annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales : température, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent.

II.2. Le climat de la zone d'étude :

La région de Tiaret est caractérisée par un climat semi-aride, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : la précipitation et la température. L'hiver à Tiaret se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été, la température moyenne à Tiaret est de 14.7 C et les précipitations sont en moyenne de 529 mm (**In mémoire Kamla Fatiha 2017**)

L'étude climatologique sera basée sur l'interprétation des données météorologiques enregistrées au niveau de la station d'Ain Bouchekif (W.Tiaret). Dans cette station, des observations ont été faites sur une période de 31 ans (1986-2017).

Les coordonnées de cette station météorologique sont consignées au (tableau n°02) suivant:

paramètres station	Les coordonnées en UTM		Zone	Altitude Z(m)	Période d'observation
	X(UTM)	Y(UTM)			
Ain Bouchekif	361514.04	3912160.19	31N	976	1986-2017

Tableau n°02 : Caractéristique géographiques de la station d'Ain Bouchakif (Tiaret).

II.3.Les facteurs climatiques :

Les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans l'alimentation des nappes souterraines par le biais de l'infiltration ; cette dernière dépend directement du taux des précipitations efficaces tombées dans la région

II.3.1. Les précipitations :

Les précipitations constituent le premier facteur important dans le cycle de l'eau, Elles permettent le renouvellement d'alimentation des nappes temps-on-temps par le ruissellement ou infiltration, par rapport les écoulements que peut être alimentés les oueds et les ouvrières à conduction de la qualité et la quantité, L'estimation quantitative des précipitations à l'échelle

locale est une nécessité sociétale, à cause de l'augmentation des dégâts provoqués par des inondations exacerbées par l'urbanisation croissante.

II.3.1.1. Précipitations moyennes mensuelles.

L'analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles permet de mieux approcher la distribution des quantités d'eau enregistrées pour tous les mois de l'année.

Les précipitations moyennes mensuelles de la période (1986-2017) dans la station d'Ain Bouhekif représentées sur le tableau ci-dessous:

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	juin	juill	Aout	TOTAL
P Moy Mensuelle en (mm)	35,05	33,45	35,89	35,98	63,64	48	49,49	17,52	24,53	20,4	1,43	6,18	371,56

Tableau n°3: Les Précipitations moyennes mensuelles de la station d'Ain Bouhekif (1986-2017)

Les données des Précipitations moyennes mensuelles sont reportées sur l'histogramme de la figure ci-après:

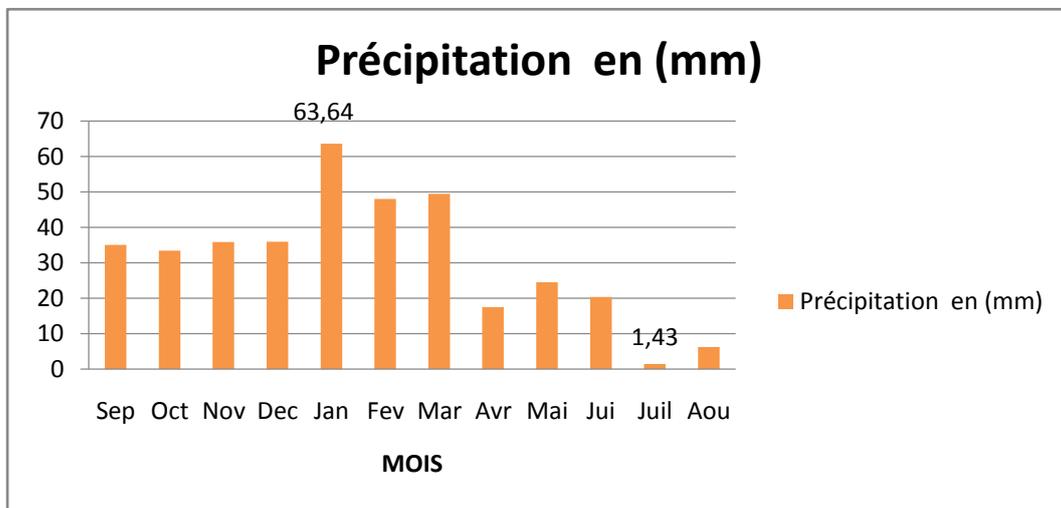


Figure 08: Histogrammes des précipitations moyennes mensuelles à la station de Tiaret (1986-2017)

L'histogramme, donnent un aperçu sur les variations mensuelles des précipitations dans la région d'étude. Une période pluvieuse constitue par les mois les plus arrosés, se situe entre septembre et Mai ou en trouve le mois de Janvier est le mois le plus pluvieux ou on a

enregistré un maximum de l'ordre de 63.64mm. Tandis que le mois de juillet est le mois le moins pluvieux auquel on marque un minimum de l'ordre de 1.43mm.

II.3.1.2 Régimes saisonniers des précipitations

répartitions des précipitations selon les saisons représentées sur le tableau

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Total
Précipitation en (mm)	Sep -oct - nov	Déc -Jan - Fév	Mar -Avr - Mai	Juin-Juill - Aou	371,56
	104,39	147,62	91,54	28,01	
%	28,09%	39,72%	24,63%	7,53%	100%

Tableau 04:Un régime saisonnier des précipitations (1986-2017)

Le tableau montra deux périodes:

- ▶ Une période pluvieuse :s'étendant du mois septembre au mois de mai, c'est-à-dire pendant les trois saisons automne, hiver et printemps avec une moyenne maximale de 147.51mm en hiver
- ▶ Une période sèche qui correspond aux mois de juin, juillet et aout avec une précipitation moyenne de 28.09mm.

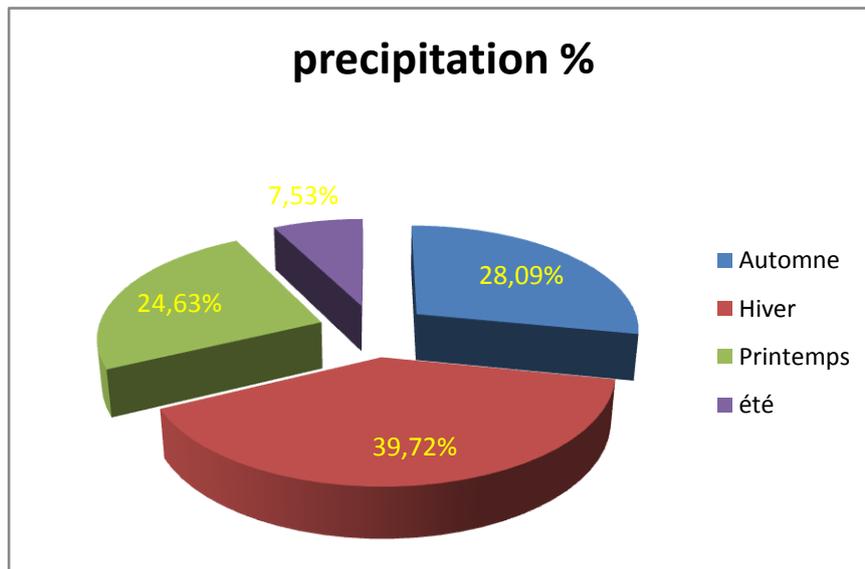


Figure09 : Distribution des précipitations moyennes saisonnières en pourcentage (1986-2017) (Station d'Ain Bouchekif).

L'étude des précipitations saisonnières permet de donner une idée sur la distribution de la lame d'eau précipitée durant une année et selon les quatre saisons. Elle se fait de la façon désignée dans figure :n°09

La représentation saisonnière ci - dessus montre que la saison la plus pluvieuse est l'Hiver par contre l'Eté est la saison la plus sèche.

II.3.1.3. Précipitations moyennes interannuelles et Coefficient pluviométrique (Cp)

Le coefficient pluviométrique annuel Cp est un paramètre très important pour la détermination des

années excédentaires et des années déficitaires.

Il est déterminé par la formule suivante :

$$CP = P/P \text{ moy}$$

Sachant que:

CP: coefficient pluviométrique.

P:pluviométrie interannuelle en (mm).

P moy pluviométrie moyenne annuelle de la période considérée en (mm).

- ▶ Si $Cp > 1$: l'année correspondante est excédentaire (AE).
- ▶ Si $Cp < 1$: l'année correspondante est déficitaire (AD)

Les valeurs du coefficient pluviométrique sont présentées dans les tableaux suivants :

Paramètres	Précipitation moyenne interannuelle en (mm)	CP	Observation
Années			
1986-1987	360,3	0,95	AD
1987-1988	327,2	0,87	AD
1988-1989	344,8	0,91	AD
1989-1990	254,8	0,67	AD
1990-1991	388,6	1,03	AE
1991-1992	350	0,93	AD
1992-1993	247,8	0,66	AD
1993-1994	208 ,7	0 ,55	AD
1994-1995	407 ,8	1,08	AE
1995-1996	494 ,5	1.31	AE
1996-1997	353 ,2	0.93	AD
1997-1998	458 ,1	1.21	AE
1998-1999	230 ,4	0.61	AD
1999-2000	278 ,3	0.74	AD
2000-2001	343,7	0.91	AD
2001-2002	346 ,6	0.92	AD
2002-2003	325	0.86	AD
2003-2004	455,5	1.20	AE
2004-2005	272 ,5	0,72	AD
2005-2006	437,3	1,16	AE
2006-2007	314,3	0.83	AD
2007-2008	300,5	0,79	AD
2008-2009	568.2	1,50	AE
2009-2010	594.6	1,57	AE
2010-2011	393.3	1,04	AE
2011-2012	351.6	0,93	AD
2012-2013	587.4	1,55	AE
2013-2014	420.9	1,11	AE
2014-2015	553.8	1,46	AE
2015-2016	392.5	1.06	AE
2016-2017	284.2	0.76	AD

Tableau n° 05: coefficient pluviométrie de la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)

D’après le tableau n° 05, on a une moyenne pluviométrique de 371,56 mm sur une période de 31ans (1986-2017). On distingue 13 années présentant un coefficient pluviométrique annuel supérieur à 1 où l’année (2009-2010) est la plus pluvieuse avec 594.6mm/an, donc elles sont excédentaires et années présent un coefficient pluviométrique annuel inférieure à 1, elles sont déficitaires où l’année (1993-1994) représente l’année la plus sèche avec 208.7mm

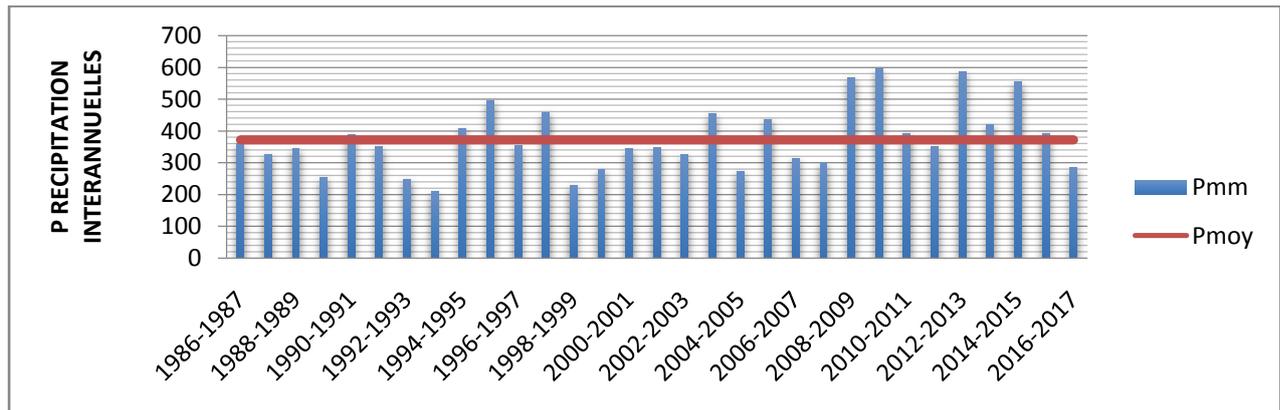


Figure n°10 :La corrélation des précipitations interannuelles avec le coefficient pluviométrique de station d’Ain Bouchekif (1986-2017).

II.3.2.Les Températures :

La température est indisponible en climatologie, est un facteur climatique essentiel qui entre dans le calcul de l’évapotranspiration. Cette dernière est aussi un paramètre indispensable pour l’estimation du bilan hydrologique.

La température est un facteur climatique essentiel qui entre dans le calcul de l’évapotranspiration. Cette dernière est aussi un paramètre indispensable pour l’estimation du bilan hydrologique.

Le tableau 06 montre les variations de la température moyenne mensuelle à la station d’Ain Bouchékif durant la période 1986 –2017

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Moy
T° moy	22,7	18	11,3	7,4	7,4	8,6	11	15,1	20,5	24,3	28,7	28,1	16,9

Tableau 06 : Températures moyennes mensuelles de la station d’Ain Bouchékif(1986-2017)

T°Moy: désigne la température moyenne mensuelle (°C).

II.3.2.1 : Variations des températures moyennes mensuelles

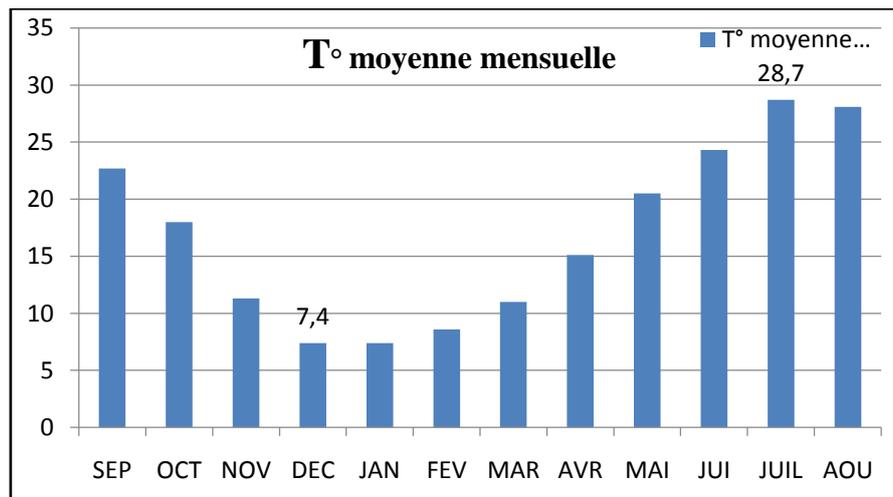


Figure n°11: Histogrammes des Variations des températures moyennes mensuelles de la période (1986-2017) à la station d'Ain Bouchekif.

Les moyennes mensuelles des températures confirment que le mois le plus froid est le décembre avec une température moyenne mensuelle de 7.4°C par contre le mois le plus chaud est le mois juillet avec une température moyenne mensuelle de 28.7°C.

La température moyenne durant la période d'observation (1985-2017) est de l'ordre de 16.9°C. (Fig.11°)

II.4. Classification du climat de la région:

La région d'étude est caractérisée par des conditions climatiques qui seront précisées on utilisant plusieurs méthodes :

L'indice d'aridité de De Martonne, le diagramme L. Emberger, la méthode de H. Gaussen F. Bagnouls et la méthode de G. Euvert.

II.4.1. Diagramme Ombro-Thermique de GAUSSEN:

Bagnouls et Gaussen en 1953, ont établi un diagramme qui permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en mm ; on admettant que le mois est sec lorsque « P est inférieur ou égal à 2T ».

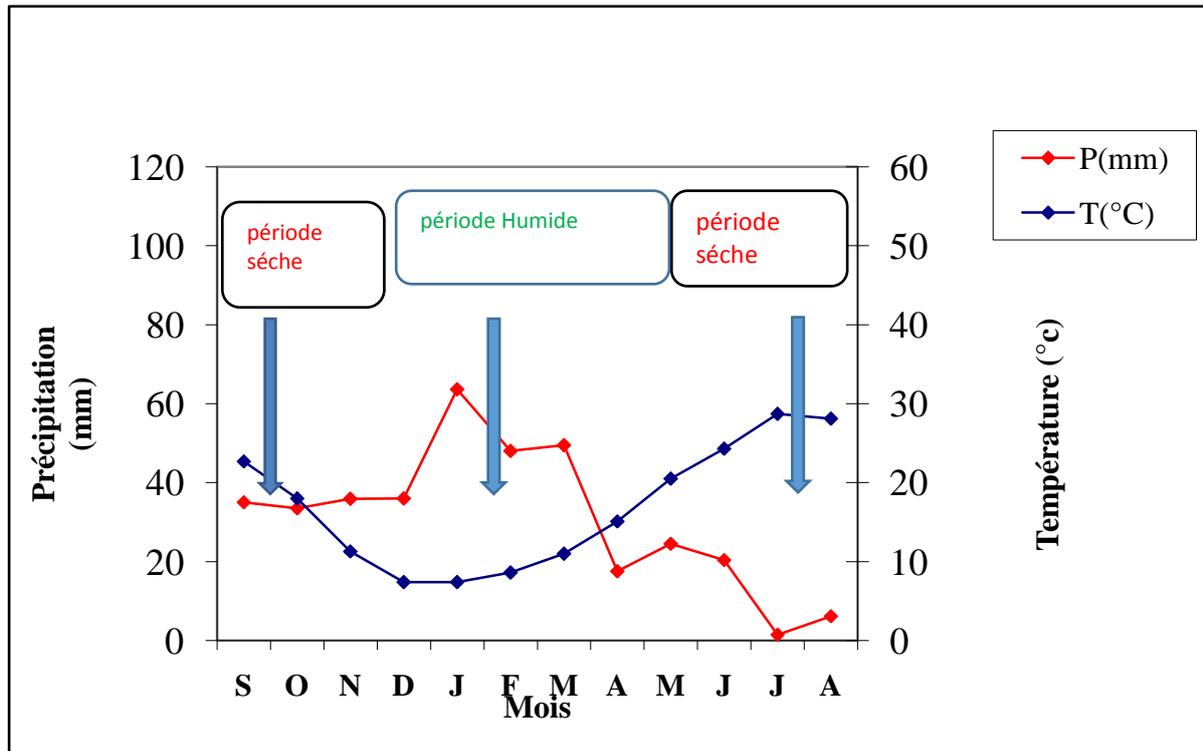


Figure n°12 : Courbe ombrothermique selon Gaussen.

La courbe ombrothermique de la station de Tiaret, montre que la région de Tiaret est caractérisée par deux périodes climatiques :

Période humide : c'est la surface limitée par les deux intersections des courbes, de précipitation et de température.

Cette période allant du début du mois d'octobre jusqu'à la fin Mars; Période Sèche : s'étalant au début du mois Mars à la fin du mois de Septembre.

II.4.2.Détermination de l'humidité du sol (méthode d'Euverte):

Cette méthode est basée sur l'établissement d'un rapport entre les précipitations et les températures moyennes mensuelles (P/T) d'une même période.

Le rapport (P/T) donne la valeur de l'humidité du sol et permet de définir 4 types de régimes:

Rapport (P/T)	$P/T < 1$	$1 < P/T < 2$	$2 < P/T < 3$	$P/T > 3$
Régime	Très sec	Sec	Subhumide	Humide

Le tableau n°07: Le rapport (P/T) de l'humidité du sol

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
P (m)	35.05	33.45	35.89	35.98	63.64	48	49.49	17.52	24.53	20.4	1.43	6.18
T (°C)	22.7	18	11.3	7.4	7.4	8.6	11	15.1	20.5	24.3	28.7	28.1
P/T	1.54	1.85	3.14	4.86	8.6	5.58	4.49	1.16	1.19	0.83	0.04	0.21

Tableau n°08: Valeurs du rapport P/T (station d’Ain Bouchékif) (1986-2017).

Les valeurs du rapport P/T représentées dans le Tableau n°08 permettent de connaître l’évolution de l’humidité du sol pendant l’année:

Pour les mois de Septembre, octobre, avril et Mai le régime est sec.

Les mois de Juin, Juillet, et Aout caractérisés par un régime très sec.

Un régime humide durant les mois de Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars.

II.4.3.Indice d'aridité de MARTONNE:

En 1925 De Martonne propose une formule climatologique basée sur l’indice d’aridité en fonction de la température et des précipitations.

Cet indice se calcule à l’aide de la formule suivante :

$A = P/T + 10$ Où :

A : Indice d’aridité annuel ;

P : précipitation moyenne annuelle en mm $p = 371,56$ mm

T : Température moyenne annuelle C° ; $T = 16,9$ °C

$$\left\{ \begin{array}{l} p = 371,56 \text{ mm} \\ T = 16,9^\circ\text{C} \end{array} \right. \longrightarrow A = 13,81$$

Selon De Martonne :

- Si $A < 5$: il s’agit d’un climat hyper aride ;
- Si $5 < A < 10$: il s’agit d’un climat très sec (Désertique) ;
- Si $10 < A < 20$: il s’agit d’un climat sec (Semi-aride) ;
- Si $20 < A < 30$: il s’agit d’un climat tempéré ;
- Si $A > 30$: il s’agit d’un climat humide (écoulement abondant).

D’après l’indice d’aridité de DE MARTONE, on peut dire que notre région d’étude se caractérise par un climat semi-aride $10 < I < 20$, la figure montre la position de notre région.

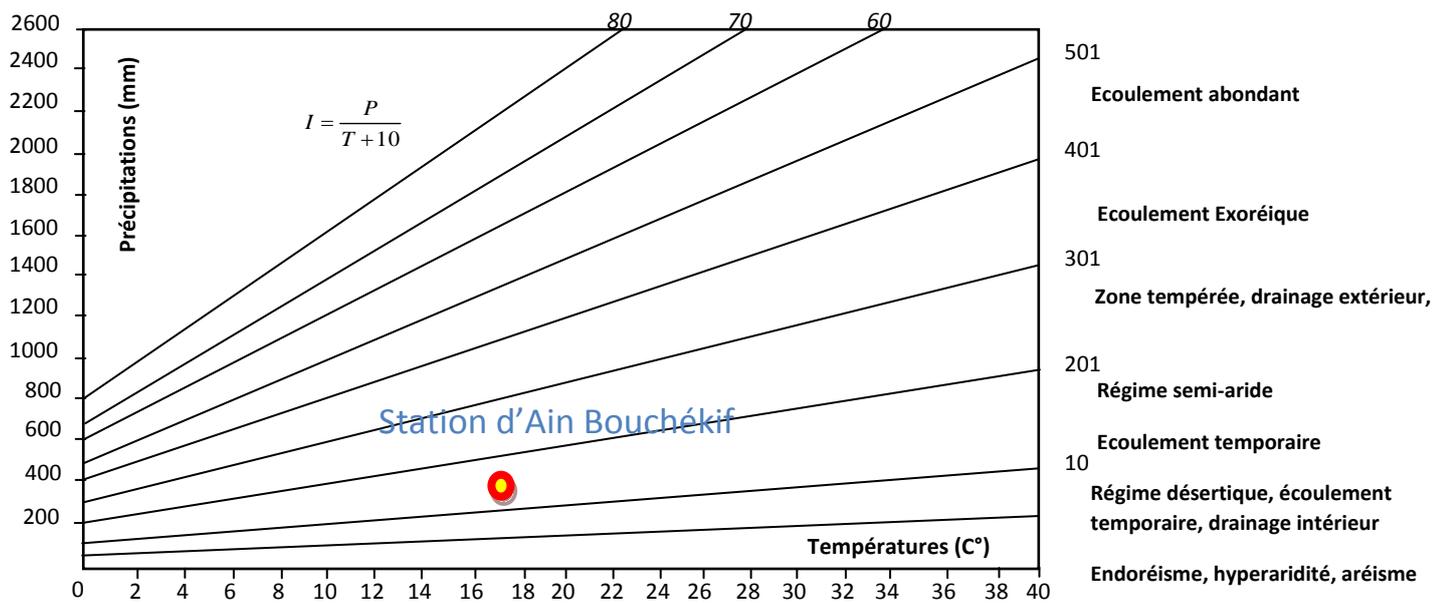


Figure n°13: Abaque de l'indice d'aridité annuel de De Martonne.

II.5. Le Bilan hydrique:

Le bilan hydrique exprime le processus que suit une quantité d'eau arrivant au sol par précipitation ou neige avant de se retourner à l'atmosphère.

Le bilan hydrologique naturel peut se calculer par la formule suivante (Castany 1982):

$$P = ETR + R + I$$

ETR : l'évapotranspiration annuelle (mm), I:infiltration, P:précipitation, R : ruissellement.

II.5.1. Etude de l'évapotranspiration:

C'est un terme important du cycle hydrique qui résulte de deux phénomènes, l'un physique (l'évaporation), l'autre biologique (la transpiration); l'évapotranspiration est fonction de plusieurs facteurs (l'humidité, la température, l'insolation et la couverture végétale

II.5.1.1. Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP):

Formule de Thornthwaite (bilan d'eau).

Cette méthode est basée sur la notion de RFU (réserve en eau dans le sol facilement utilisable par les plantes). On admet que la hauteur d'eau stockée dans le sol qui est reprise par l'évaporation est de 110mm comme valeur maximale.

Outre que les données pluviométriques et la température, cette méthode introduit le coefficient thermique K et l'indice de température mensuel i pour l'estimation de l'E.T.P.

selon la relation suivante :

$$ETP = 16 \times (10t / I)^a \times K$$

Avec: $a = 0.016I + 0.5$ $I = \sum i$ $i = (t/5)1.514$

Où : **ETP** : Evapotranspiration Potentielle mensuelle en (mm).

t: température moyenne mensuelle en (°C).

i : indice thermique mensuel.

I : la somme des indices mensuels de l'année.

K : facteur correctif intégrant la durée d'insolation

Mois	sep	Oct	Nov	dec	Jan	Fev	Mar	avril	Mai	jui	juill	aout	Tota l
I	9.88	6.95	3.44	1.81	1.81	2.27	3.30	5.33	8.47	10.95	14.09	13.65	81.9 6
ETP(mm)	104,1 3	62,3 2	22,41	9,77	11,56	14,8 4	32,47	53,39	114,39	152,2 3	206,2 7	184,4 7	968, 25

Tableau n°09 : Résultats de l'ETP obtenus par la formule de «C.W.Thornthwaite » de la station d'Ain Bouchakif (1986-2017.)

si pour un mois $P > ETP$ on pose que l'ETP = ETR, la quantité d'eau qui reste (P-ETR) va alimenter la RFU jusqu'à son maximum (50mm) et si elle dépasse cette valeur il y aura un excès (WS) qui va partir soit sous forme d'infiltration efficace vers la nappe, soit sous la forme de ruissellement.-si $P < ETP$, la valeur de $ETR = P + RFU$, jusqu'à égalisation avec ETP. Si la RFU est nulle, il va se produire un déficit agricole

$Da = ETP - ETR$, ce dernier paramètre représente alors le besoin des cultures à l'irrigation. Cette méthode a été appliquée à la station d'Ain Bouchakif se conférer au tableau n°09.

II.5.1.2.Évapotranspiration réelle (ETR):

Dans une période définie et pour une surface donnée on peut trouver une quantité l'évapotranspiration et de la transpiration réelle. Il existe deux méthodes chaque une a une formule (Turc, C.W.Thornthwaite).

► ETR selon la formule de « Turc » :

Cette formule est basée sur les températures et les précipitations moyennes annuelles et on a :

$$ETR = P / \sqrt{0.9 + P^2/L^2}$$

Avec : **ETR** = Evapotranspiration réelle en (mm).

P = précipitation moyenne annuelle en (mm).

L = pouvoir évaporant, est une limite vers laquelle tend l'ETR lorsque P devient

$$\text{Grande : } L = 300 + 25t + 0.05t^3$$

Où : **t** = la température moyenne annuelle en (°C).

► **ETR selon la formule «C.W.Thornthwaite» :**

L'estimation de l'ETR en (mm) avec cette méthode est liée au volume des précipitations.

- **Trois cas : 1^{er} cas : $P > ETP \implies ETR = ETP$:**

Il y a une reconstitution des réserves du sol jusqu'à la saturation, le surplus va représenter l'écoulement superficiel.

- **2^{ème} cas : $P < ETP \implies ETR = P + RFU$:**

Dans ce cas, la RFU (réserve facilement utilisable) va s'épuiser jusqu'à la satisfaction de l'ETP.

- **3^{ème} cas : $P < ETP$ et $RFU = 0 \implies ETR = P$:**

Il y a donc un déficit agricole (DA) représenté par la quantité d'eau qui doit être apportée pour l'irrigation.

Selon les deux formules précédentes de l'évapotranspiration réelle de la station d'Ain Bouchekif on obtient :

Station	ETR TURC (mm/an)	ETR CW.Tornthwaite (mm/an)
(Ain Bouchékif)Tiaret	362.85	279.61

Tableau n°10: Comparaison entre les deux méthodes de calcul de l'ETR.

II.5.2.Estimation du ruissellement:

C'est la quantité d'eau qui s'écoule à la surface du sol par unité de temps sans s'évaporer avant de garder une masse d'eau. Il existe plusieurs méthodes pour le calcul du ruissellement. On utilise la méthode de Tixeront et Berkaloff.

– **Méthode de Tixeront et Berkaloff :**

Tixeront et Berkaloff ont établi une formule permettant d'estimer le ruissellement moyen annuel:

$$R = P - \frac{1}{3}(ETP)^2$$

si $P < 600$ mm Avec :

R : Ruissellement en (mm) ;

P : Précipitations moyennes annuelles en (mm) ;

ETP : L'évapotranspiration potentielle annuelle en (mm).

Paramètres Station	P (mm/an)	ETP	R (mm/an)
Ain Bouchekif	371.56	968.25	18.23

Tableau n°11 Estimation du ruissellement selon les formules de Tixeront-Berkaloff dans la station d'Ain Bouchékif Période (1986-2017)

La lame d'eau ruisselée pour la période 1986-2017 à la station d'Ain Bouchékif est de 18.23mm pour une pluie moyenne annuelle de 371.56mm

II.5.3. Estimation de l'infiltration

L'équation du bilan hydrique nous permet de déterminer l'infiltration efficace (Ie).

$$P = ETR + R + I \rightarrow I = P - ETR - R$$

Avec :

- P : précipitation moyenne annuelle en mm
- ETR : évapotranspiration réelle annuelle en mm.
- R : ruissellement en mm.
- I : l'infiltration efficace en mm.
- Si $I > 0$: les entrées sont supérieures aux sorties.
- Si $I < 0$: les entrées sont inférieures aux sorties.

Station	P	ETR	R	I
Ain Bouchékif	371,56	279,80	18,23	73,72

Tableau n°12 : Valeurs de l'infiltration efficace (Ie) en mm pour la station d'Ain Bouchékif Période (1986-2017).

L'infiltration efficace calculée à la station d'Ain Bouchékif est égale à 73,72 mm. D'après la valeur, nous constatons que l'infiltration à la station d'Ain Bouchékif est supérieure à zéro, donc les entrées sont supérieures aux sorties.

Mois	T(°C)	IT	CL	ETPC	P(mm)	BH	CH	VR	RU	ETR	Def	Exc
S	22,7	9,88	1,03	104,13	35,05	-69,08	-0,66	0,00	0,00	35,05	69,08	0,00
O	18	6,95	0,97	62,32	33,45	-28,87	-0,46	0,00	0,00	33,45	28,87	0,00
N	11,3	3,44	0,86	22,41	35,89	13,48	0,60	13,48	13,48	22,41	0,00	0,00
D	7,4	1,81	0,81	9,77	35,98	26,21	2,68	26,21	39,69	9,77	0,00	0,00
J	7,4	1,81	0,87	11,56	63,64	52,08	4,51	10,31	50,00	11,56	0,00	41,77
F	8,6	2,27	0,85	14,84	48,00	33,16	2,23	0,00	50,00	14,84	0,00	33,16
M	11	3,30	1,03	32,47	49,49	17,02	0,52	0,00	50,00	32,47	0,00	17,02
A	15,1	5,33	1,10	53,39	17,52	-35,87	-0,67	-35,87	14,13	53,39	0,00	0,00
M	20,5	8,47	1,21	114,39	24,53	-89,86	-0,79	-14,13	0,00	38,66	75,73	0,00
J	24,3	10,95	1,22	152,23	20,40	-131,83	-0,87	0,00	0,00	20,40	131,83	0,00
J	28,7	14,09	1,24	206,27	1,43	-204,84	-0,99	0,00	0,00	1,43	204,84	0,00
A	28,1	13,65	1,16	184,47	6,18	-178,29	-0,97	0,00	0,00	6,18	178,29	0,00
Annuel	16,9	81,96		968,25	371,56	-596,69				279,61	688,64	91,95

Tableau n° 13: Bilan hydrique de la station d'Ain Bouchékif selon C.W Thornthwaite(1986-2017).

- ♣ T : température mensuelle en C°
- ♣ P: précipitation mensuelle en (mm)
- ♣ IT: indice thermique
- ♣ RFU : réserve facilement utilisable en (mm)
- ♣ CL: coefficient de latitude
- ♣ ETR : évapotranspiration réelle en (mm)
- ♣ ETP : évapotranspiration potentielle en (mm)
- ♣ Def : déficit agricole en (mm)
- ♣ BH: Bilan Hydrique
- ♣ EXC : excédent en (mm)

Formules de vérification

$$P = \sum ETR + \sum EX \text{ A.N} : P = 279,61 + 91,95 = 371,56$$

$$ETP = \sum ETR + \sum DA \text{ A.N} : ETP = 279,61 + 688,64 = 968,25$$

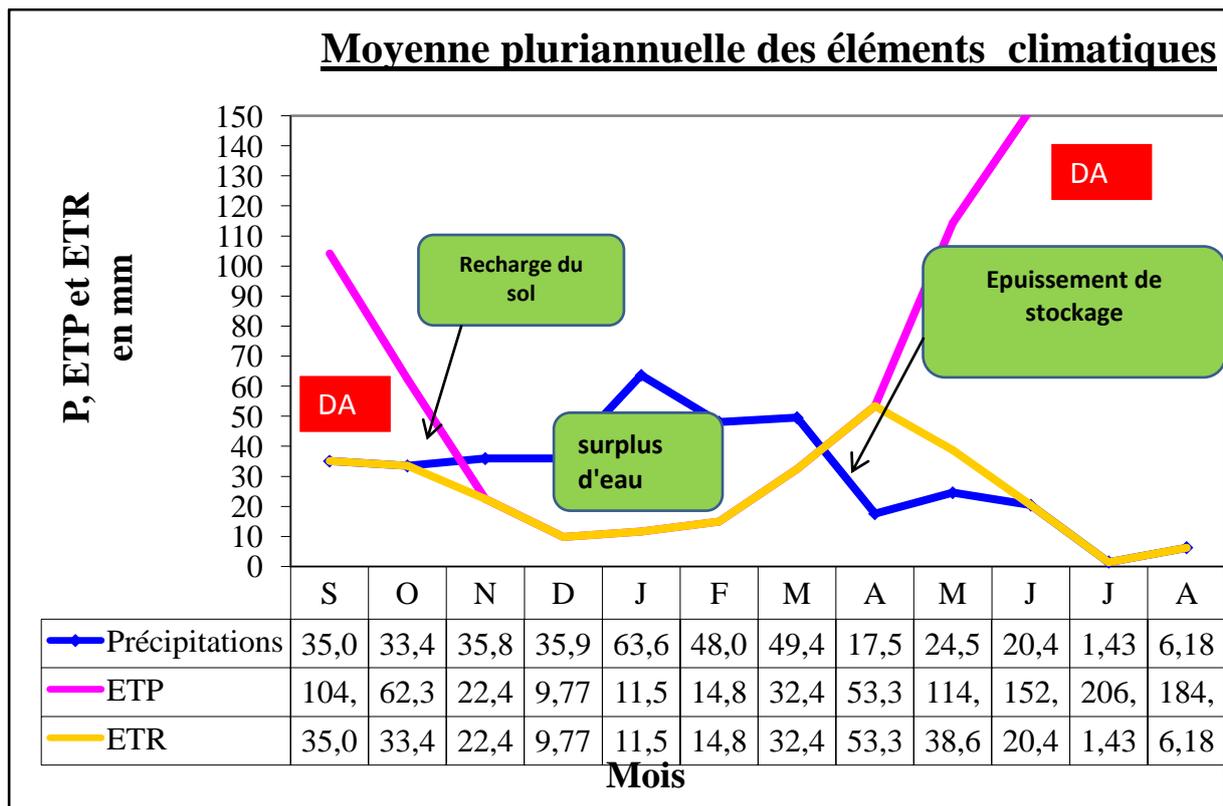


Figure n°14: Représentation graphique du bilan hydrique de C.W. Thornthwaite de la station d'Ain Bouchekif (1986-2017)

II.5.4. Interprétation du bilan hydrique.

Nous constatons qu'à partir du mois de Novembre jusqu'au mois de Mars les précipitations deviennent supérieures à ETP ce qui permet la reconstitution de la R.F.U. qui est à son maximum (50 mm) au mois de Janvier – Février et Mars, ce qui donne un excédent 41.77 de mm en Janvier, 33.16 mm en Février et 17.02 mm en Mars.

Le déficit agricole débute à partir du mois de Mai jusqu'à Octobre et atteint son maximum au mois d'Août avec une valeur de 178.29 mm.

La période déficitaire en eau commence à partir du mois de Mai et se termine au mois d'Octobre, et la période humide débute au mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril.

II.6. Conclusion

L'étude des facteurs climatiques révèle un climat semi-aride avec un hiver froid et humide et un été chaud et sec.

Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de **371,56** mm à la station d'Ain Bouchékif de Tiaret.

La température moyenne annuelle est de 16.9°C à la station d'Ain Bouchékif.

Des précipitations saisonnières réparties comme suit:

- L'hiver est le plus pluvieux avec 147.62 mm
- Le printemps avec 91.54 mm
- L'automne avec 28.09 mm
- L'été avec 28,01 mm.

L'E.T.P moyen calculé est de 968,25 mm

L'ETR ou déficit d'écoulement qui est égale à 279,61 mm soit 75.25 % des précipitations.

Le ruissellement et l'infiltration (R+I) = 91.95 mm ce qui représente sensiblement 24.74% des Précipitations



CHAPITRE III

Hydrogéologie

III.1.Introduction :

Les études hydrogéologiques permettent d'identifier les différents horizons aquifères d'une région donnée .Elle permettent ainsi la compréhension de l'écoulement souterraines, leur configuration et la nature des milieux

III.2.Identification des systèmes aquifères :

Pour une meilleure évaluation de la ressource en eau souterraine dans l'espace étudié, il est nécessaire d'identifier les différents systèmes aquifères rencontrés dans la zone de Tiaret.

L'importance d'une étude hydrogéologique de ces systèmes aquifères s'impose, afin de nous bien rendre compte des principaux processus, définissant le comportement de l'ensemble du système d'écoulement souterrain dans toutes ses dimensions, et par conséquent parcourir les aquifères, délimiter leurs géométrie, leurs modes d'alimentation.

La région peut être découpée en plusieurs zones relativement homogènes du point de vue des caractéristiques hydrogéologiques (**Mekkakia M,2001**)

L'étude géologique nous a permis d'identifier les formations aquifères suivantes :

La région d'étude est représentée par la succession de terrains allant du Jurassique au Quaternaire, donc les différents données géologiques de cette région indique qu'il y a des différentes formations géologiques (perméables et Les argiles qui sont imperméables) susceptibles de présenter un intérêt hydrogéologique, certaines compte tenu de leur nature, leur structure et les propriétés lithologiques qui les caractérisent

deux types de systèmes aquifères sont identifiés:

- ▶ Les systèmes aquifères monocouches des vallées fluviales, correspondant dans le cas de la zone de Dahmouni karstiques à surface libre, l'autre correspondant au système aquifère rive droite intéressant principalement les horizons Miocènes.
- ▶ Les systèmes aquifères multicouches à nappe libre et un ou plusieurs aquifères captifs profonds, ils correspondent dans notre cas au système aquifères de la rive droite de l'oued Nahr Ouassel, et couvrant le champ litho stratigraphique allant du Quaternaire au Miocène au moins (**Figure n° 15**). (**In Benzghouda M.,2015**).

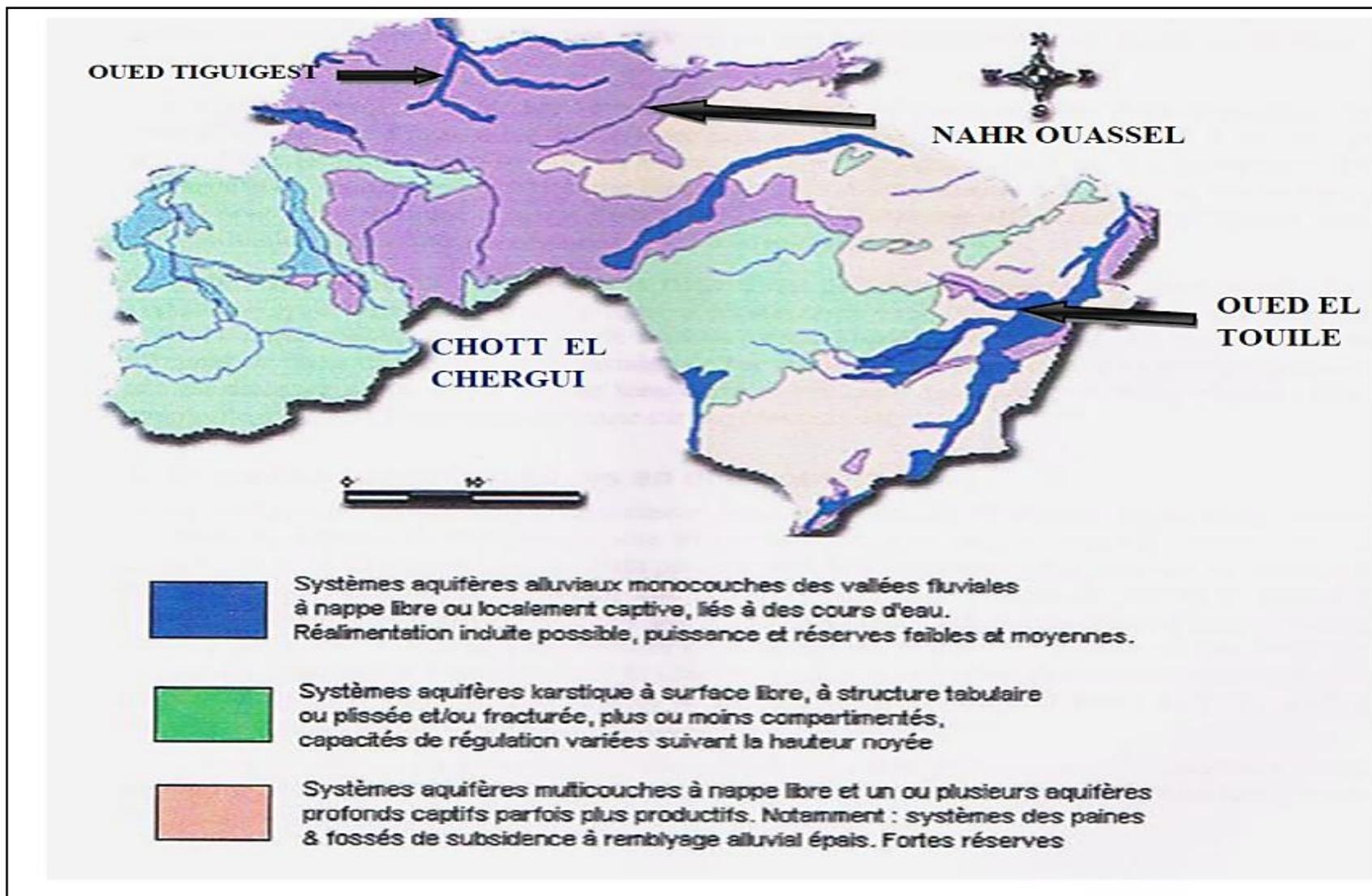


Fig. n°15 : Carte hydrogeologique des bassins de la Wilaya de Tiaret (ANRH.1984 Modifiée 2018)

III.2. Identification des aquifères de la wilaya :

III.2.1. L'aquifère d'Oued Nahr Ouassel :

L'Oued Nahr Ouassel prend sa source dans la région de Dahmouni (Tiaret), ensuite il se dirige vers l'Est en passant au Sud de Tissemsilt pour rejoindre l'Oued Touil et former ainsi l'Oued Ouerk. Il est limité au Nord par les Djebels Guerouaou, et RedjemGana, à l'Ouest par la région de Tiaret, au Sud par la plaine du Sersou, et à l'Est par la plaine de Nahr Ouassel. Sa superficie est de 39.5 km².

D'après l'étude l'ANRH (2009) les ressources exploitables de l'Oued Nahr Ouassel sont de l'ordre de 1.8 Hm³/an. (ANRH, 2010)

III.2.2. L'aquifère d'oued Mina :

Etude Hydrogéologique L'oued Mina est un affluent méridional du Cheliff, parcourt 130 Km avec une largeur moyenne de 160mètres et va se jeter dans la mer à un point situé à égal distance du Cap Levi de Mostaganem. Le réseau hydrographique dans la wilaya de Tiaret est dense. Il est à caractère endoréique, les cours d'eau présentent un écoulement superficiel très irrégulier en fonction de la pluviométrie. Ces cours d'eau drainent la zone vers deux axes principaux : Oued Nahr-Ouassel à l'Est et oued Mina à l'Ouest.

L'effet géomorphologique des eaux fait apparaître de larges vallées dans les argiles et les marnes cénomaniennes. On note qu'au niveau des terres où la couverture de grès et de calcaire tertiaire persiste de nombreuses sources surgissent (ANRH, 2010)

III.2.3. L'aquifère de l'Oued El Abd et de l'Oued El Taht :

La nappe aquifère de l'Oued El Abd et Oued Taht est située entre les villes de Saida et Tiaret, à environ 140 km au sud-est de la ville d'Oran. Elle fait partie du bassin versant du Cheliff, et couvre les sous bassins des oueds El Abd, et El Taht tous deux affluents de la Mina. Sa superficie est de 2024km².

On distingue deux types d'aquifères dans le bassin versant de l'Oued El Abd et Oued Taht :

- L'aquifère argilo-gréseux : Formé par le Lusitanien Kimméridgien dont les caractéristiques sont médiocres à moyennes. Ce sont des formations en position haute et sont rapidement drainées. Les sources ont un débit irrégulier, assez faible. Le Kimméridgien est capté pour l'alimentation de Frenda.
- Les dolomies du Jurassique inférieur et moyen : Constituent l'aquifère le plus important. Elles forment un vaste plateau très fracturé, limité au Nord entre Bou Noual et Ain Amara par l'oued El Abd, en contact avec les dolomies. Dans le sous le bassin de l'Oued El Taht et la plaine de l'Oued El Abd l'aquifère devient captif (ANRH, Avril 2010).

III.2.4.L'aquifère de l'Oued Touil :

Elle passe entre les plaines de Chellala et d'Ain Oussara. Il est relayé vers le nord par l'Oued Ouerk. La superficie de la nappe est de 369.2 km².

L'aquifère est constitué de deux niveaux de dépôts alluviaux d'égale épaisseur (10 à 15 m). Le niveau inférieur est formé d'une couche de sable, renfermant des graviers et des galets, tandis que le niveau supérieur contient une fraction beaucoup plus fine (limon et sable)

La nappe est exploitée uniquement par des puits. Contrairement aux puits de la rive gauche, qui ont un résidu sec inférieur à 1.5 g/l, l'eau des puits situés sur la rive droite est très chargée (5 à 30 g/l).

La nappe de l'oued Touil renferme deux horizons aquifères constitués par une alternance de grès, d'argile, de conglomérats, et de calcaire. Sur la rive gauche de l'Oued, il y a prédominance de conglomérats, et de calcaire, tandis que l'horizon aquifère de la rive droite est formé de calcaires et de brèches. La puissance de ces formations varie entre 5 et 45 m (ANRH, Avril 2010).

III.2.5.L'aquifère de Sersou

Le plateau du Sersou est situé à l'Est de la ville de Tiaret. Il est limité au Nord par l'Oued Nahr Ouassel, à l'Ouest par la région de Tiaret, au Sud par les piémonts du Nador, et à l'Est par les montagnes de Chellala-Rebeill. Sa superficie est de 2215 km².

La nappe du Sersou est formée par un système de trois horizons aquifères, en relation les uns avec les autres. Ces horizons aquifères sont :

- Le Plio-Quaternaire constitué de dépôts fluviolacustres. La présence de poudingues et de galets du Pliocène continental, donne à cette nappe une grande perméabilité d'interstices.
- Les calcaires du Sénonien, constituent également une nappe ascendante.
- Les calcaires du Jurassique supérieur (Kimméridgien), constituent une nappe à porosité de fractures.
- Les formations du Plio-Quaternaire constitué principalement par des poudingues, graviers et sables argileux présentent des grandes variations de perméabilité tant dans la direction verticale que dans la direction horizontale

III.2.6.Nappe de Tiguigest :

Par son volume moindre, cette nappe de faible capacité dégage un volume de 2,7HM³/an Les ouvrages existant :3 puits et 2 puits on exploite 684288 m³/an soit 22l/s.

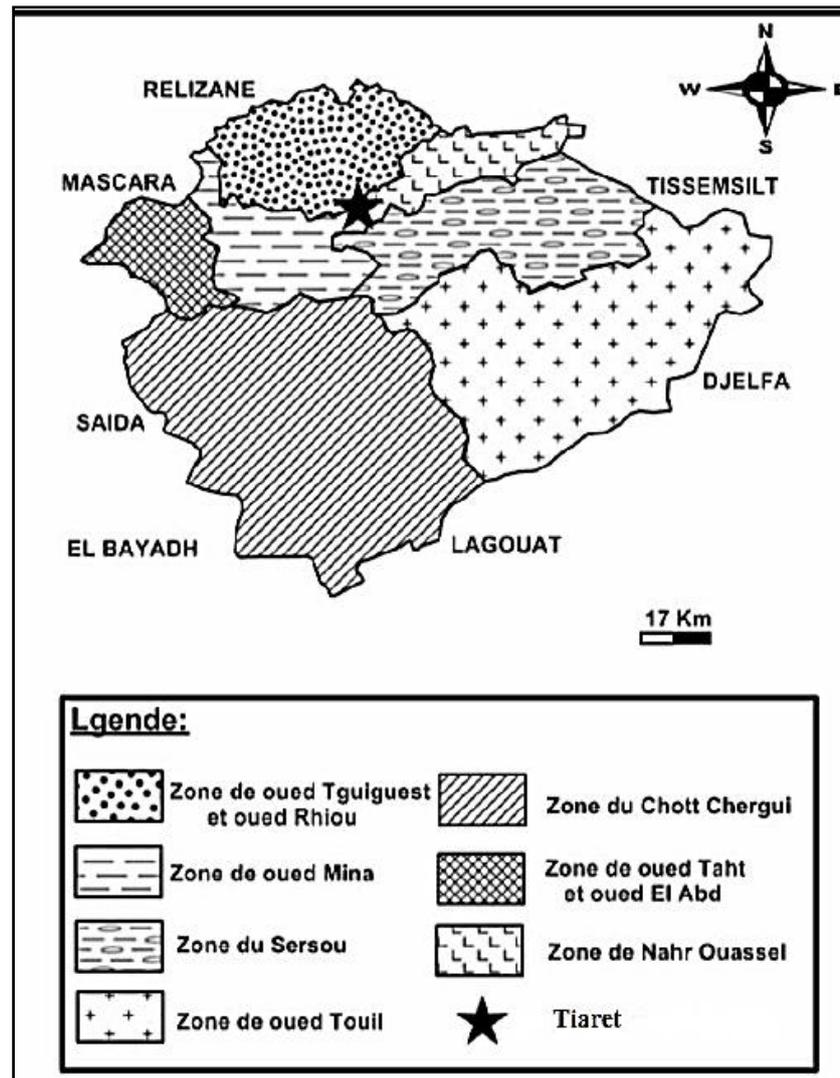


Figure n°16 : Carte schématique des différentes zones hydrogéologique de la wilaya de Tiaret(DHW TIARET,2007)

L'alimentation des eaux souterraines du complexe se fait par les précipitations atmosphériques. Ce type d'alimentation se situe dans toute la surface de la région, là où affleurent les roches du Mio-Plio-Quaternaire. Les grands accidents tectoniques affectant les formations du Mio-Plio-Quaternaire, jouent en conditions hydrogéologiques du complexe un rôle de drains naturels. Par ces derniers les eaux souterraines sont drainées des terrains voisins.

III.3. Les principales nappes souterraines de la région de Tiaret:

III.3.1.La Nappe du Mio-Plio-Quaternaire :

Les dépôts continentaux mal datés surtout peut être à l'Oligocène qui comblent les dépressions sur une très grande superficie sont surtout constitués d'argiles ou de sables et éventuellement de niveaux de calcaire lacustres.

Toute fois, localement une caractéristique hydraulique est assez bonne, c'est le cas du recouvrement Mio-Plio-Quaternaire du plateau de Sersou.

III.3.2.La Nappe des dolomies Kimméridgiennes :

La formation dolomitique en général assez perméable (200 à 300 m d'épaisseur). Le Djebel Nador est composé par sa grande partie de dolomies du Kimméridgien et elles se prolongent jusqu'à Rechaiga à l'Est ou elles se mêlent aux calcaires du Jurassique supérieur.

III.3.3.La Nappe de l'ensemble du Barrémien (les calcaires du Turonien) :

Sa formation la plus dominante est l'ensemble gréseux, qui se divise en trois parties :

- Partie gréseux inférieur (Valanginien-Barrémien) ;
- Partie gréso-carbonatée moyenne (Albien) marquée par la présence au sein d'une série détritique ;
- Partie gréseux supérieur (Albien) constituée par des grés inférieurs à (60 m) et des argiles gréseuses de (10 m) d'épaisseur.

III.3.3.4.La Nappe de l'ensemble marno-gréseux attribuée au Miocène :

La majeure partie du Miocène est constituée de marnes, de sable et ainsi que de grés formant notamment les reliefs proches de Tiaret.

La structure du Djebel Guezoul est très simple et assez régulière, c'est une superposition de bancs de grés tendre Miocène (Helvétien supérieur), surmontant en concordance une assise argileuse de la même formation.

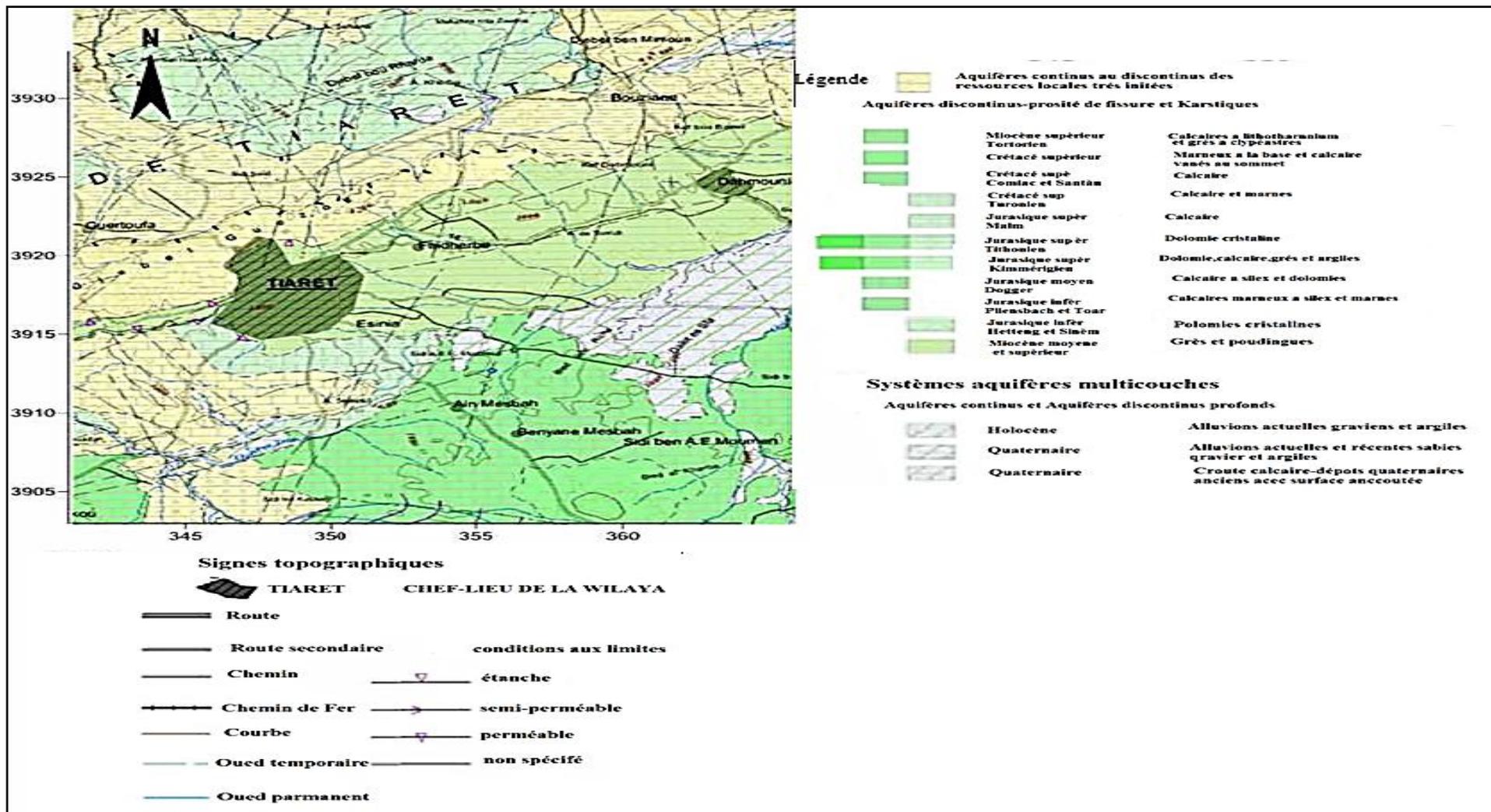


Figure n°17: Extrait de la carte hydrogéologique de la zone d'étude
(Carte hydrogéologique de Tiaret ANRH., 2008 Echelle : 1/200.000)

III.4. Inventaire des points d'eau

Il existe plusieurs types de captages, puits et forages qui servent à l'alimentation en eau potable des agglomérations, à l'alimentation du bétail, irrigation des terres agricoles de la région et à l'alimentation industrielle.

III.5. Conclusion:

L'étude hydrogéologique de l'aquifère de la région a permis de préciser les caractéristiques des nappes qui le constituent et d'apporter de nouveaux éléments sur les réserves en eaux souterraines et aussi a permis de connaître deux aquifères ; l'un Plio-Mio-Quaternaire dont les niveaux superficiels sont connus par les puits et les niveaux profonds par les forages ; l'autre Crétacé Inférieur et Jurassique supérieur.

L'alimentation de l'aquifère superficiel se fait soit directement sur les formations poreuses, soit indirectement au long des piémonts des massifs environnants. De nombreuses formations géologiques contiennent des eaux souterraines, les plus anciennes sont attribuées au jurassique et les récentes correspondent aux alluvions quaternaires.



CHAPITRE IV

Hydrochimie

IV.1.Introduction:

L'étude chimique de l'eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité .aussi, ces analyses permettent de voir la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou pour d'autre usage. L'interprétation des analyses oriente le facies chimique, montre la répartition quantitative des différents éléments dissous ainsi que l'appréciation de la potabilité des eaux.

Notre étude des caractéristiques des eaux souterraines porte sur l'analyse des paramètres physico-chimiques de quelques puits repartis dans la wilaya de Tiaret: les communes suivants :(Dahmouni, , Bouchakif, Si Abdelghani , Guertoufa,mellakou et Tiaret).

Ces analyses effectuées à partir des campagnes de mesure ont été faites au sein du laboratoire de chimie des eaux de l'ADE de Tiaret 2018.

L'analyse chimique d'échantillons d'eau prélevés montre une variabilité des caractéristiques physico-chimiques dans l'espace.

Parmi les paramètres physico-chimiques étudiés on a :

- Les paramètres physiques (Températures, pH, conductivité,turbidité ,dureté).
- Les paramètres chimiques: éléments majeurs: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , K^{+} , SO_4^{-2} , Cl^{-} , HCO_3^{-} , PO_4^{-3}

Les nutriments : NO_3^{-} , NO_2^{-} NH_4^{+}

IV .2. Matériels et méthodes :**IV.2.1. Echantillonnage:**

Les points d'eau nous avons effectué au total six sites différents de prélèvements pour l'analyse physico-chimique des eaux répartis comme suit: (P1) dans la commune de Guertoufa,,(P2) dans Bouchekif,(P 3) dans la commune de SiAbdel Ghani,(P 4) dans la commune de Tiaret ,(P5) dans la commune de Mellakou et (P6) dans la commune de Dahmouni.

IV.2.2. Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude :

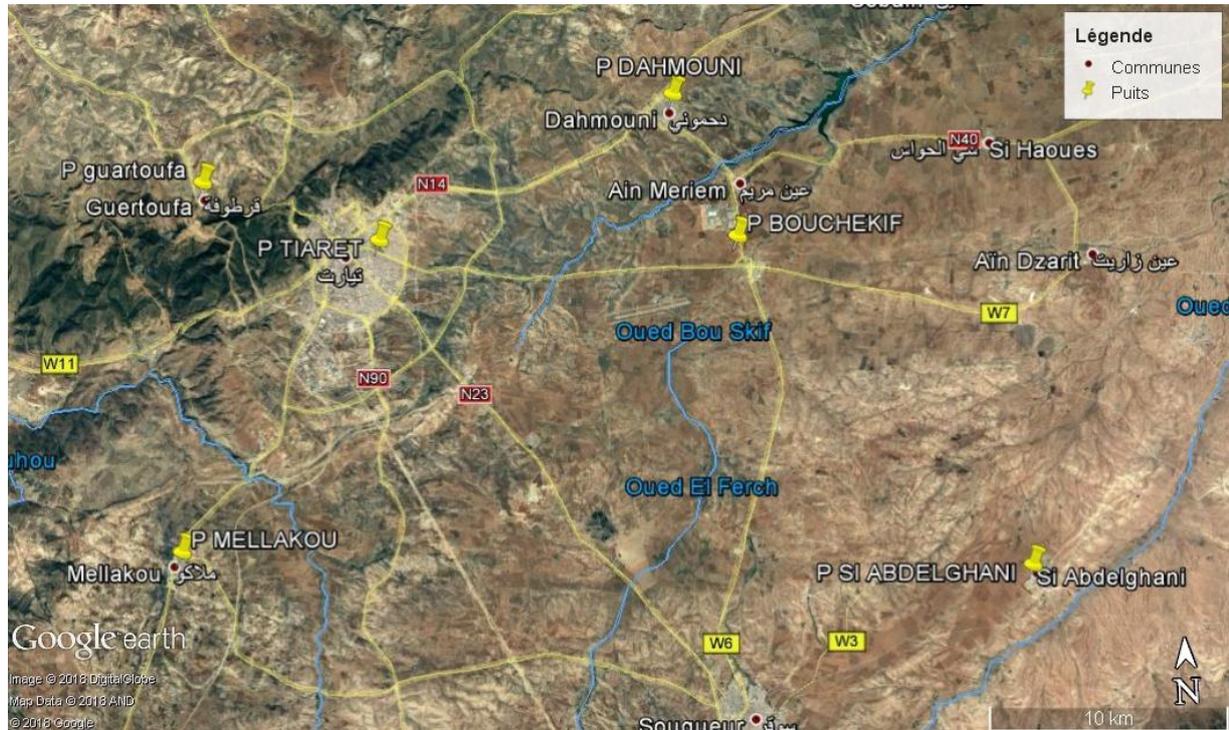


Figure18: Carte de répartition des points de prélèvement de la zone d'étude par une image satellitaire de Google Earth(10/06/2018)

IV.2.3. Échantillonnages et fréquences des prélèvements:

Les analyses physico-chimiques ont été mesurées pour tous les prélèvements au sein du laboratoire de chimie des eaux de l'ADE de Tiaret 2018(Mai 2018)

Les mesures de la température, du potentiel hydrogène et la conductivité électrique ont été réalisées in situ. Le pH des eaux analysées est mesuré à l'aide d'un pH- mètre. La conductivité électrique a été mesurée par un conductimètre model basique, la température a été mesurée par un thermomètre à mercure.

Les analyses des éléments Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , K^{+} , SO_4^{-2} , Cl^{-} , NO_3^{-} , NO_2^{-} , HCO_3^{-} , NH_4^{+} , PO_4^{-3} , ont été effectuées par volumétrie, spectrométrie UV-Visible et spectrophotométrie de flamme(Rodier).La méthode de Zambelli a été utilisée pour déterminer NO_2^{-} , la méthode au salicylate sodium pour les ions NO_3^{-} , la méthode à l'acide ascorbique pour les ions SO_4^{-2} .

IV.3. Analyses physico-chimiques :

L'analyse de l'eau ne peut être valablement interprétée sauf si elle est faite sur un échantillon représentatif de l'eau à analyser et correctement prélevé, dont plusieurs conditions s'imposent:

- ▶ Stérilité des récipients: flacons lavés, rincés, séchés puis stérilisés, surtout pour l'analyse bactériologique.
- ▶ Mode opératoire précis.
- ▶ Transport frais du point de prélèvement vers le laboratoire : mise dans une glacière dont la température est comprise entre 4 et 6°C. La variation de la température est susceptible de modifier la population bactérienne.
- ▶ Courte durée de conservation des échantillons : l'analyse doit être effectuée le plus rapidement possible.
- ▶ Pour l'eau propre des puits nous avons effectué un prélèvement par 15 jours pendant
- ▶ toute la période du suivi
- ▶ Les échantillons sont pris dans des bouteilles en polyéthylènes (P.E.T) de 1,5 litre pour les analyses physicochimiques

IV.4.Résultats et interprétation des analyses des eaux de sources:

IV.4.1.Les résultats:

Nom	Les coordonnées			Les Paramètres physico-chimiques															
	X	Y	z	T°C	PH	COND(us/cm)	TURB(NTU)	Dureté °F	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	So ₄ ⁻²	Hco ₃ ⁻	No ₃ ⁻	No ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ⁻³	N _A ⁺	K ⁺
GUERTOUFA	1,25482	35,39345	922	12,4	7,69	1396	3,9	389	48	42	249	136	249	37,49	0,02	0,02	0,01	163	4,1
BOUCHKIF	1,50195	35,36185	965	13,1	7,74	1379	0,84	64,4	28	49	278	181	196	5,78	0,02	0,02	0,01	56,5	2,1
SIABDLGHANI	1,63	35,23038	1039	12,6	7,61	1038	0,81	59,9	104	62	182	181	243	63,08	0,02	0,02	0,01	57,5	2,5
TIARET	349786,09	3915,089,97	993	12,9	7,69	1512	0,89	503	180	48	269	219	253	49,04	0,02	0,02	0,02	64	1,9
MELAKOU	33,9507,11	39,0251142	961	13,6	7,49	1107	0,81	73,6	219	45	60	197	271	69,87	0,04	0,02	0,01	18	2,1
DAHMOUNI	361593,27	3920393,32	972	13,3	7,74	689	0,75	47,5	77	29	110	65	171	6,47	0,02	0,02	0,01	23	6,6

Tableau n°14 : Les résultats des analyses physico-chimiques des puits

IV.4.2. Interprétation des résultats:

IV.4 2.1. Les paramètres physiques:

Il s'agit des paramètres facilement mesurables et utiles pour la détermination des états chimiques des polluants existants dans l'eau. Quatre paramètres ont été étudiés : la température ($T^{\circ}\text{C}$), le potentiel hydrogène (pH), la conductivité électrique (Ce), la turbidité

IV.4 2.1.1. La température ($T^{\circ}\text{C}$):

La température joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz, et dans la dissolution des sels dissous, donc sur la conductibilité

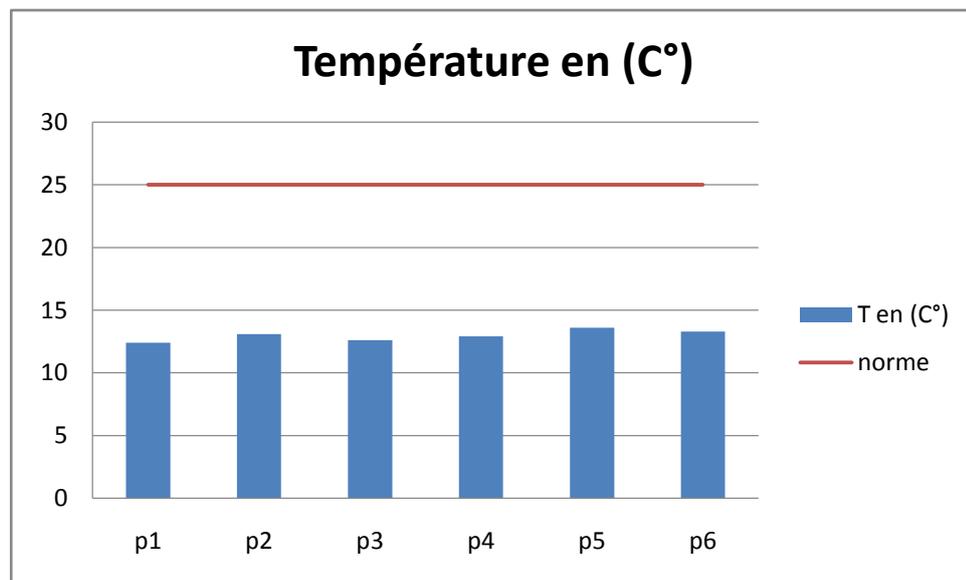


Figure n°19: Variation des Températures en ($^{\circ}\text{C}$) des points de prélèvement de la zone .

La figure présente les variations de la température de l'eau des puits. La norme algérienne indique une température de 25°C pour les eaux potables. La température de notre eau étudiée comprise entre 12.4 et 13.6°C .

IV.4 2.1.2. Le potentiel hydrogène (pH):

Le pH correspond à la concentration d'ions hydrogènes $[\text{H}^+]$, il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau, $\text{pH} = \log [1/ [\text{H}^+]]$.

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (Rodier .J, 2005). Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles, le pH est compris habituellement entre 6.5 et 9

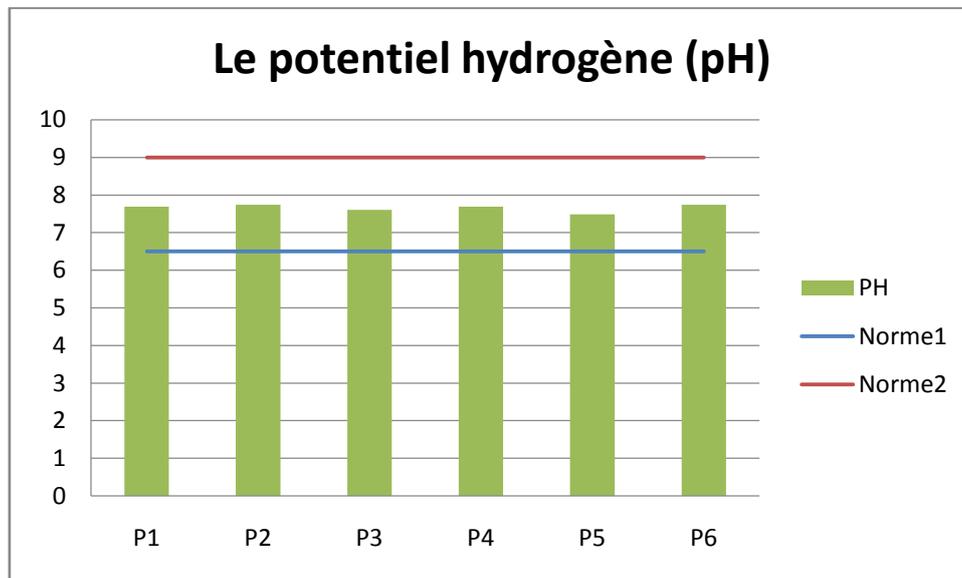


Figure n°20: Variation des valeurs de pH des points de prélèvement de la zone d'étude.

Dans le cas de la région d'étude, les valeurs du pH des eaux de la nappe de Plio-quaternaire ne montrent pas de variations notables, avec un minimum de 7.49 au (P5) et un maximum de 7.74 au (P6,P2) ce qui témoigne d'une légère alcalinité du milieu.

IV.4 2.1.3.La conductivité électrique (Ce):

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés d'électron. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente.

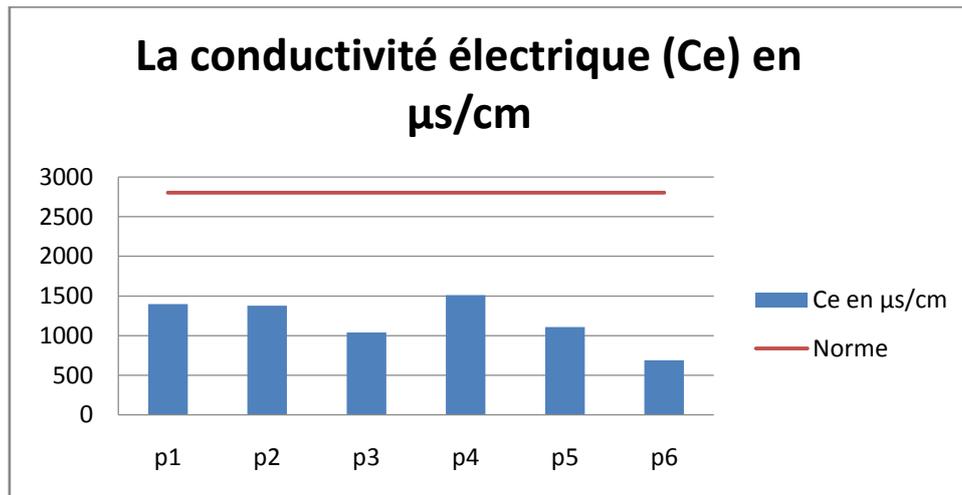


Figure n°21: Variation des concentrations de C_e en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) des points de prélèvement de la zone d'étude.

Nous constatons d'après la figure n° 21 que les valeurs de la conductivité comprises entre 689 et 1512 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et conformes à la norme algérienne indiquant une valeur limitée à 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, les puits p1, p2 et p4 qui sont les plus conductrices avec des valeurs relativement élevées.

IV.4.2.1.4. La Turbidité :

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence elle donne une idée de la teneur en matières en suspension, les eaux troubles chargées de substance finement divisées (grains de silice, matière organique,....) forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour sécurité de l'eau de boisson il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU.

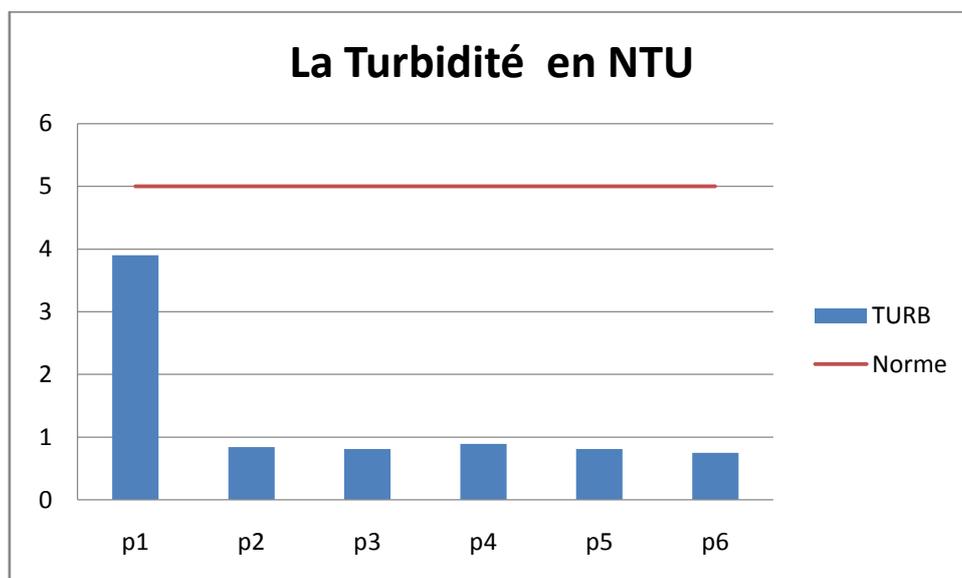


Figure n°22 : Histogramme montre les valeurs de Turbidité en(NTU).

D'après la figure n°22 on constate que Les résultats obtenus montrent les valeurs de la Turbidité varient entre NTU 0.75

NTU comme valeur minimale aux niveaux du (p6) et la valeur maximale 3.9 UTM au niveau de (p1).

IV.4.2.2 Etude des paramètres chimiques:

L'analyse des eaux montre les principaux éléments chimiques suivants :

IV.4.2.2.1 Cations :

Calcium (Ca^{+2}) :

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier 2009).

La présence des ions Ca^{+2} dans l'eau indique, soit une dissolution des formations carbonatées, calcite (CaCO_3), dolomie [$(\text{Ca}, \text{Mg}) \text{CO}_3$] ou bien la dissolution des formations évaporitiques, gypse [$\text{CaSO}_4, 2(\text{H}_2\text{O})$] et anhydrite (CaSO_4).

La concentration en calcium maximale enregistrée au niveau de Puit (P3) dépasse les normes du calcium soit 200 mg/l. elles vont atteindre la valeur minimale 62 mg/l existe au Puit (P6)

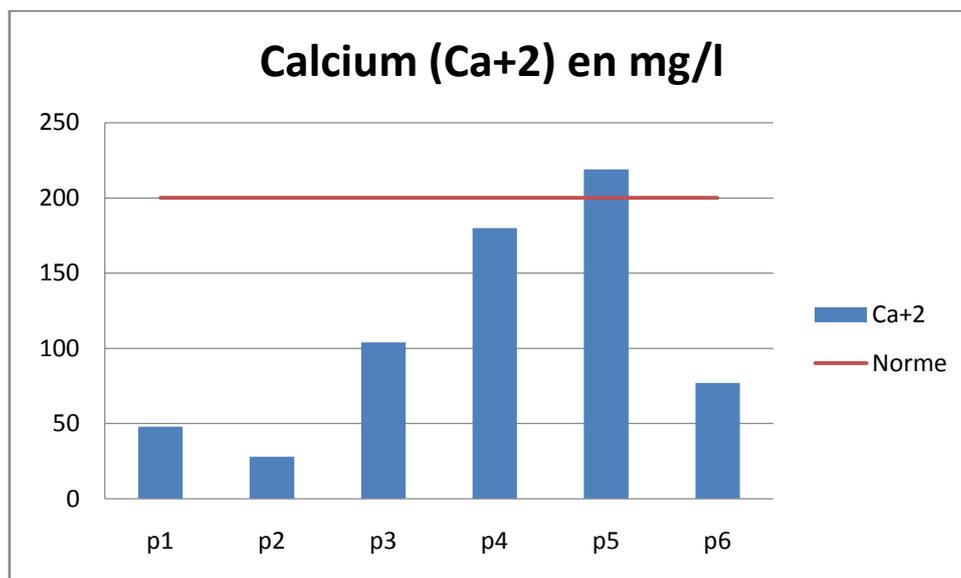


Figure n°23: Variation des concentrations de Ca^{+2} en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

D'après la figure ci-dessus les concentrations en Ca^{2+} dans les eaux de puits sont comprises entre 28mg/l comme valeur minimale dans le puit 2, elles vont atteindre la valeur maximale 219 mg/l existe dans le puit 5 elle **dépasse** la norme Algérienne indiquant une valeur limitée à 200mg/l

Magnésium (Mg^{+2}) :

C'est aussi un élément de la dureté totale. La mise en solution de cet ion prend beaucoup de temps. Il provient de l'attaque des formations dolomitiques par le gaz carbonique, de la dissolution de $MgSO_4$ dans les terrains gypseux entraînant le magnésium et aussi des minéraux ferromagnésiens.

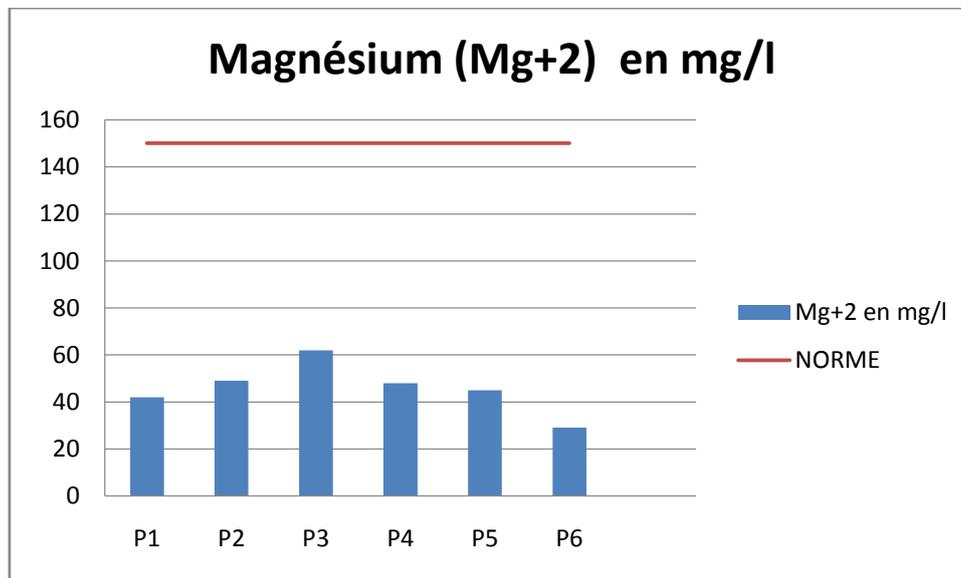


Figure n°24: Variation des concentrations

de Mg^{+2} en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

On constate d'après la figure n° 24 que Les teneurs en magnésium dans la région varient de 29mg/l dans le puit 6 à 62

mg/l dans le , et le puit 3 ci en conformité avec la norme Algérienne indiquant une valeur 150 mg/l, Il est possible que ces valeurs dues aux terrains traversés. Elles restent nettement inférieures à la limite admissible du magnésium soit 150 mg/L.

Sodium Na^+ :

Le Sodium est beaucoup plus abondant que le Potassium. Il est toujours présent dans les eaux naturelles avec des teneurs variables. Il provient du lessivage des formations riche en Na Cl (argile et marne) et des eaux usées d'origine industrielle et domestique.

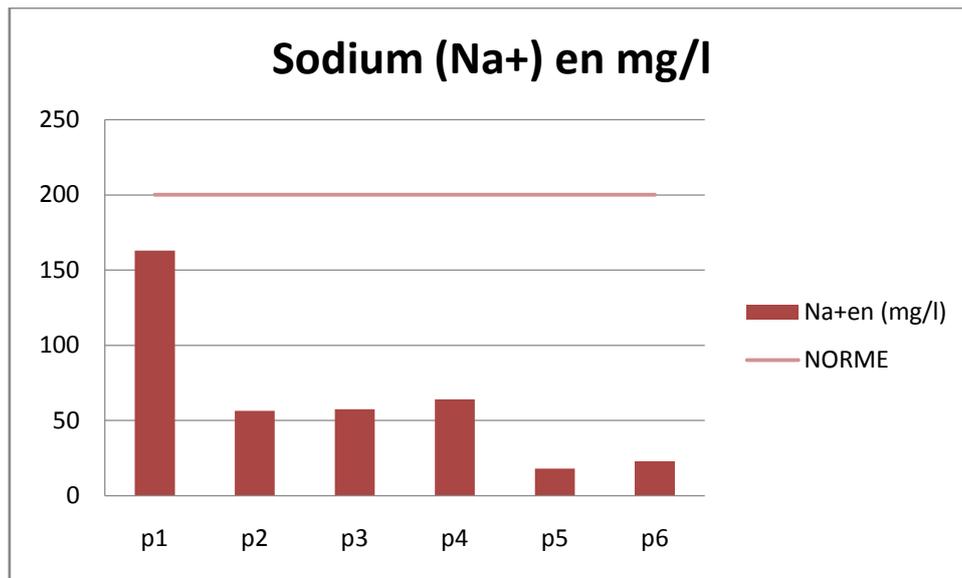


Figure n°25: Variation des concentrations de Na^+ en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

D'après la figure n° 25 en remarque que les valeurs enregistrées varient entre 18mg/l comme valeur minimale, et une valeur maximale 163 mg/l existe dans le puit 1, ne dépassent pas les normes Algérienne.

Potassium K^+ :

Les quantités de potassium (très faibles) proviendraient, comme le sodium, de la dissolution des roches ignées. En effet, dans les roches ignées la teneur en potassium est aussi importante que celle du sodium et peut atteindre jusqu'à 1 à 5 mg/l dans les eaux naturelles. Valeurs qui n'offrent pas d'inconvénients pour la santé des populations (Rodier, 1978).

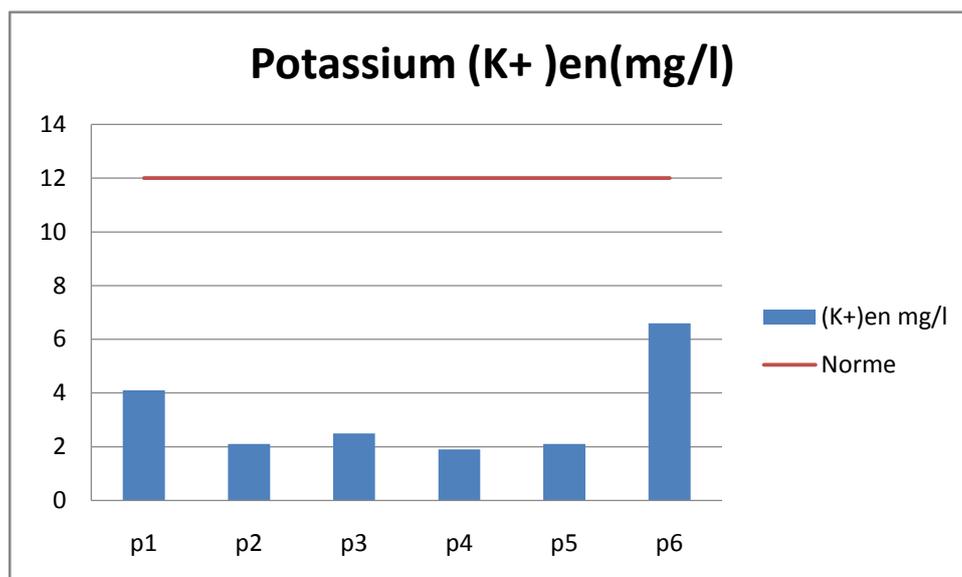
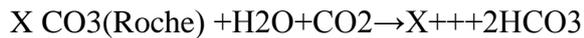


Figure n°26: Variation des concentrations de K^+ en(mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

D'après la figure n°26 on constate que les normes algériennes préconisent une concentration de 12 mg/l comme concentration maximale. Pour l'eau étudiée les valeurs de potassium trouvées sont comprises entre 1.9 dans le puit p4 et 6.6 mg/l dans le puit 6. Ce résultat est conforme aux normes Algériennes

V.4.2.2.2 Anions :

Bicarbonates (HCO_3^-): Les Bicarbonates résultent de l'équilibre physico-chimique entre : « la roche –l'eau et le gaz carbonique » selon l'équation générale suivante :



Leur origine principale est la dissolution des roches carbonatées, ainsi leur concentration dans l'eau est fonction de :

- La nature des terrains traversés ;
- La température de l'eau ;
- La pression du CO_2 dissout.

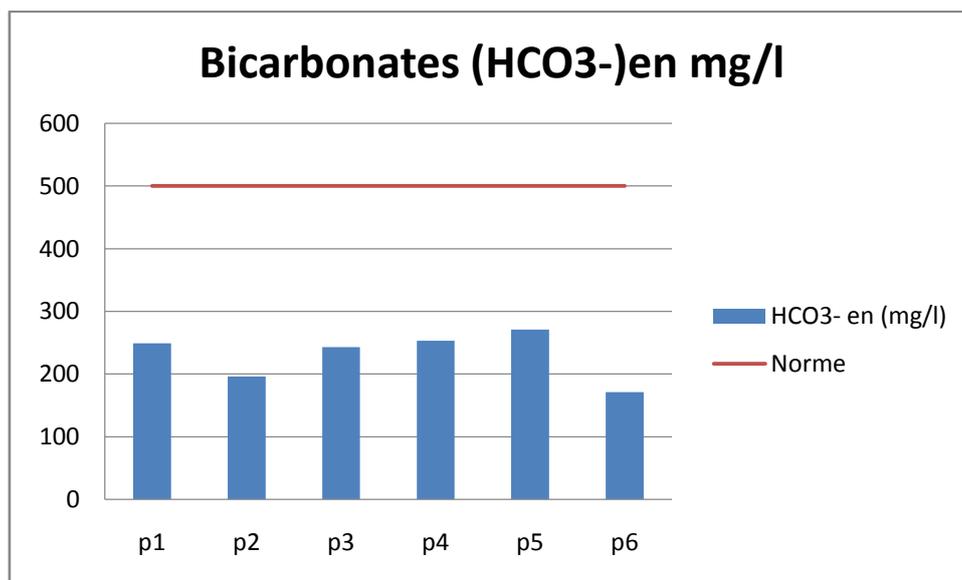


Figure n°27: Variation des concentrations de HCO_3^- en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

D'après la figure n° 27 on constate que les concentrations de bicarbonates dans l'eau durant cette étude sont comprises entre 171 et 271 mg/l. La réglementation algérienne indiquant une valeur représentative de 500 mg/l, les résultats obtenus sont indiqués par la figure n°27°).

Sulfates (SO_4^{2-}) :

La concentration des eaux naturelles en Sulfates est très variable. Ils résultent de : la solubilité des gypses ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ; l'utilisation des engrais chimiques des eaux de pluie où le soufre présent dans l'atmosphère subit une oxydation et du lessivage des terrains argileux et marneux.

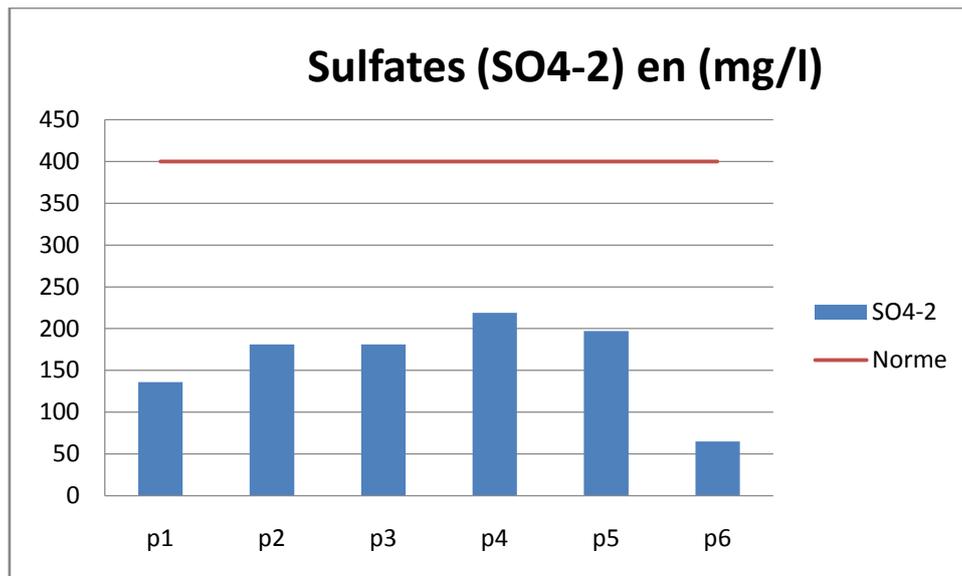


Figure n°28 Variation des concentrations de SO_4^{-2} en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

D'après la figure n°28 on constate que tous nos échantillons ont présenté une teneur en ions sulfates comprise entre 65 et 219 mg/l comme le montre la figure n°28. Ces teneurs sont nettement inférieures par rapport à la concentration 400 mg/l, indiquée dans la norme algérienne.

Chlorures (Cl⁻) :

Ils sont toujours présents dans les eaux naturelles mais à des proportions variables. Ils proviennent essentiellement :

- * De la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salifères
- * Des rejets des eaux usées d'origine domestique et industrielle.

Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (**Rodier J., 2005**).

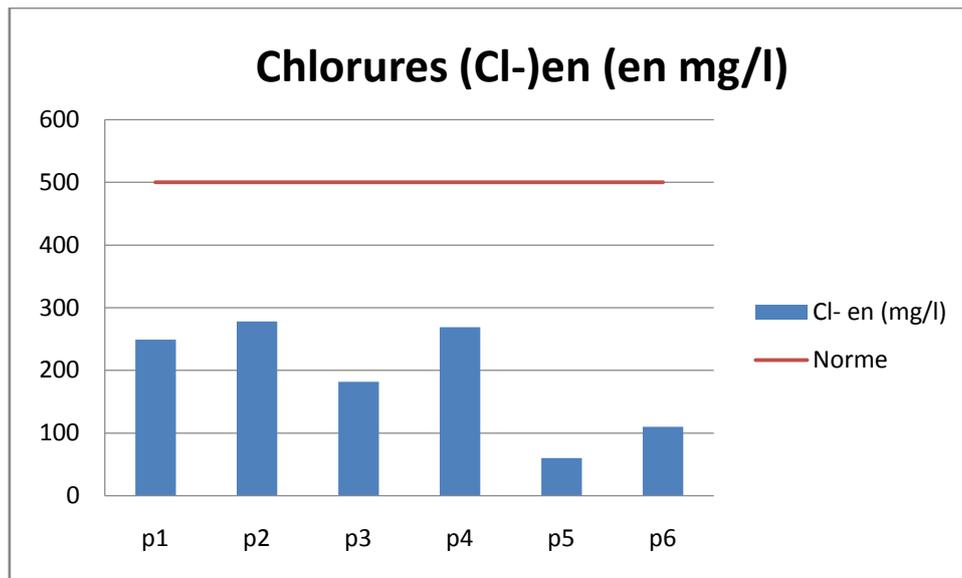


Figure n°29: Variation des concentrations de cl en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

D'après la figure n°29 on constate que la concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé. Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux, les teneurs en chlorures au niveau de la région d'étude est de l'ordre de 110mg/l comme une valeur minimal au puit 6 et à une valeur maximal de 610 mg/l au niveau du puit 5.

Selon les normes locales de la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500 mg/l dans les eaux de consommation (N.A). de ce fait, et concernant ce paramètre ainsi discuté, la qualité de l'eau au niveau de la région d'étude est excellente

V.4.2.2.3.Les nutriments :

Sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (**Rodier J. et al. 2009**).L'azote est un élément indispensable dans l'édification de la cellule. Dans le domaine aquatique, l'azote existe sous forme moléculaire (N_2) ou ionisée : Nitrates (NO_3^-), Nitrites (NO_2^-) et ammonium (NH_4^+) ainsi que sous forme organique dissoute ou particulaire (protéine, acides aminés, urée, etc.). Ces différentes formes de l'azote sont en p

erpétuelle évolution. Elles passent de l'une à l'autre par des processus physico-chimique et surtout biochimique.

V.4.2.2.3.1.Nitrates (NO_3^-):

Les nitrates ne représentent qu'une des multiples formes de l'azote présent dans l'eau, tout en constituant, en général, la forme la plus abondante de l'azote minéral. L'histogramme des teneurs en nitrates.

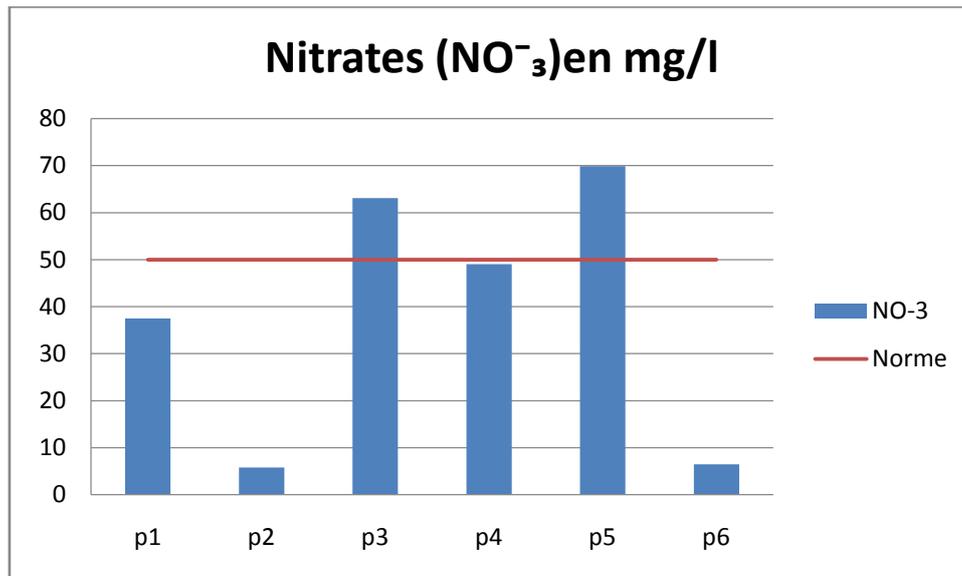


Figure n°30: Variation des concentrations de NO_3^- en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude

D'après la figure n°30 on constate que la teneur en nitrates dans toutes les 06 puits étudiées oscillent entre une valeur minimal de 5.78mg/l au puit 2 et une valeur maximal de 69.87mg/L au puit 5, et 3 qui est supérieure à la valeur admissible par les normes 50 mg/L .

V.4.2.2.3.2. Les Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates

Ils sont également assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les Nitrates. Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques.

Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux

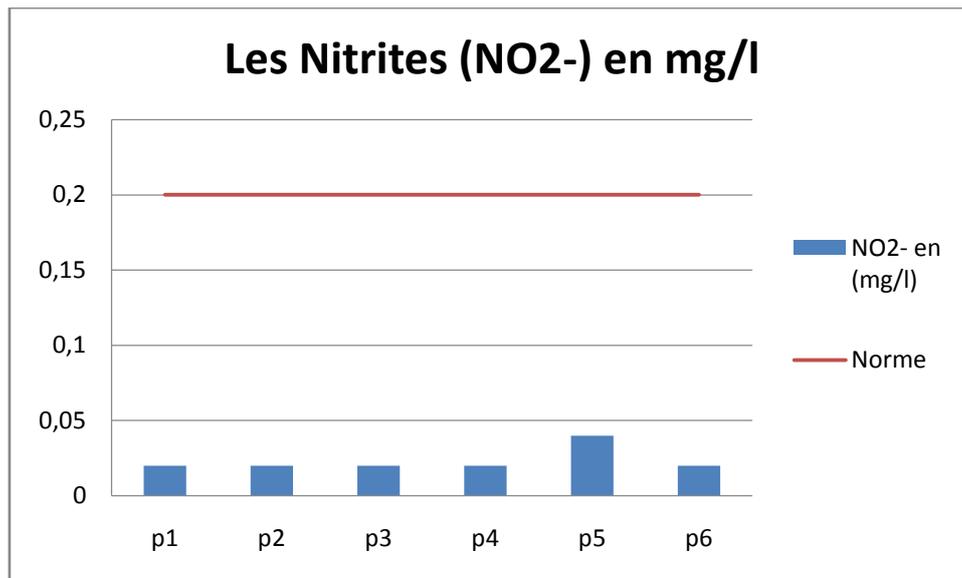


Figure n°31: Variation des concentrations de NO₂⁻ en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude

D'après la figure n°31 on constate que les teneurs en nitrites dans la zone d'étude varient entre 0,02mg/L aux puits 1,2, 3,4,6 comme une valeur maximale à 0,04 mg/L dans le puit durant la période d'étude, le taux normal en nitrites est fixé à 0,2mg/l selon puit qui est édictée par l'Algérie.

La présence des Nitrites dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant.

•Phosphates PO₄³⁻:

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (RodierJ., 2005).

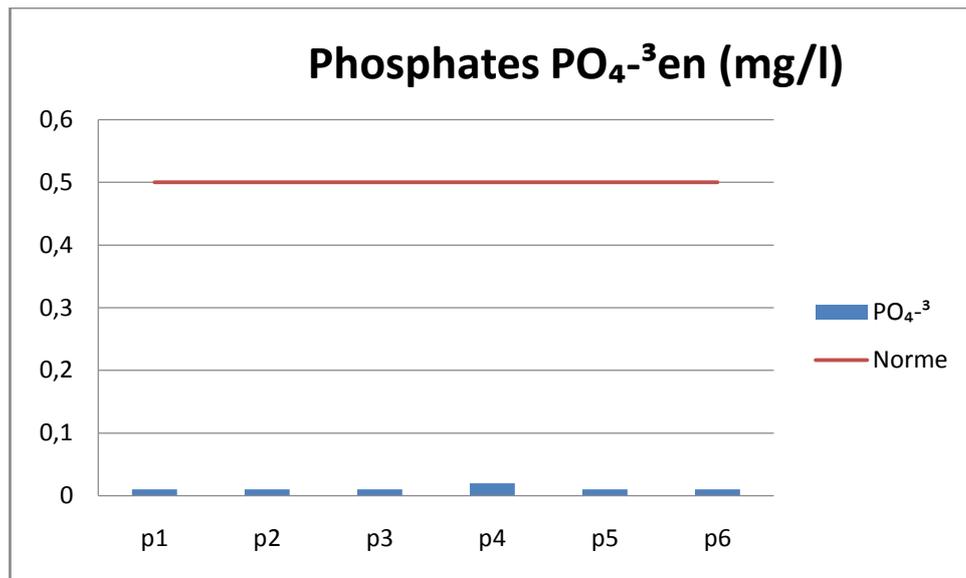


Figure n°32: Variation des concentrations de PO_4^{-3} en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude

D'après la figure n°32 on constate que les teneurs supérieures à 0.5 mg/L doivent constituer un indice de pollution. Ce n'est pas le cas pour notre eau étudiée, nous avons trouvé une teneur comprise entre 0.01 et 0.02 mg/L ; Elle est inférieure aux normes prescrites par la réglementation algérienne qui fixe une valeur maximale admissible de 0.5 mg/l.

- **Ammonium NH_4^+**

La présence d'ammonium dans les eaux naturelles résulte d'une contamination liée à l'infiltration des eaux de lixiviats de décharge, aux rejets d'effluents domestiques et industriels ou à un phénomène de réduction naturelle des nitrates. L'ammonium présent dans les nappes à surface libre est généralement issu de la dégradation incomplète de la matière organique, c'est un marqueur de pollution organique et d'une contamination microbiologique (Desbordes, 2000).

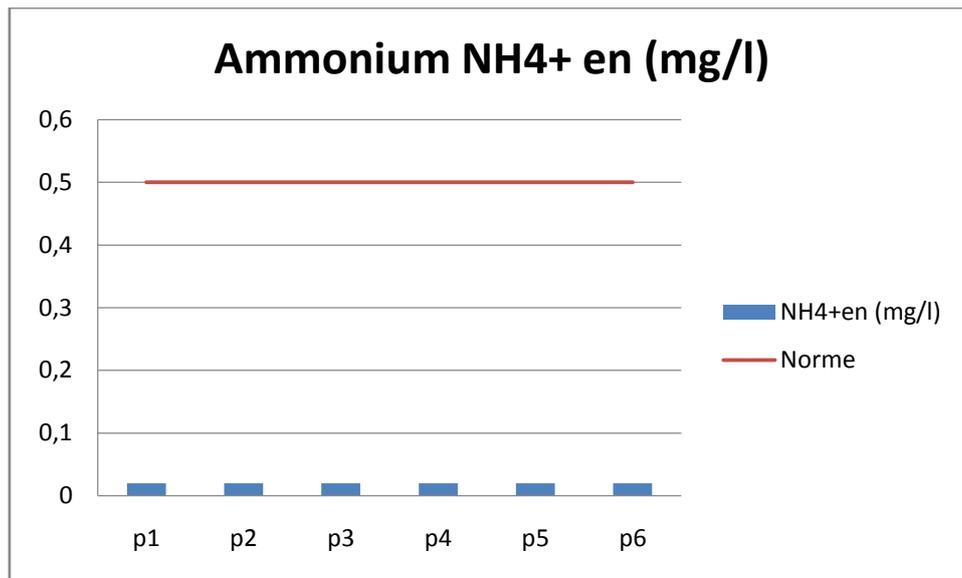


Figure n°33: Variation des concentrations de NH₄⁺ en (mg/l) des points de prélèvement de la zone d'étude.

D'après la figure n°33 on constate que pour les eaux, l'Algérie fixe un taux maximal admissible de 0,5 mg/l d'ammonium. Les résultats obtenus sont inférieures à 0,02 mg/l. elles sont dans la norme prescrite

IV.5.1 La répartition graphique des analyses chimiques

Les résultats des analyses chimiques exprimés sous la forme ionique, peuvent être portés sur des diagrammes qui permettent de comparer les eaux entre elles, et de les classer en familles chimiques. Les représentations les plus utilisées sont :

Le diagramme en losange ou diagramme de Piper ;

IV.5.1.1. Le diagramme en losange ou de Piper

Nous portons dans chacun des triangles du diagramme les quantités en pourcentage calculées dans ce cas par rapport à la somme des ions de même signe et non par rapport à la concentration totale.

La composition chimique de l'eau pour les éléments majeurs est représentée par un point dans chaque triangle, un pour les cations (Ca⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ et K⁺) et un autre pour les anions (HCO₃⁻, SO₄⁻² et Cl⁻). La translation de ces deux points et leurs intersections convergent vers un point unique sur le losange et contribue ainsi à définir le type de cette eau.

IV.5.1.2. Diagramme de Schoëller Berkloff

Le diagramme de Schoëller Berkloff permet de représenter le faciès chimique de plusieurs eaux. Chaque échantillon est représenté par une ligne brisée. La concentration de chaque élément chimique est figurée par une ligne verticale en échelle logarithmique. La

ligne brisée est formée en reliant tous les points indiquant la concentration de chaque élément.

Un groupe d'eau de concentration chimique variable mais dont les proportions sont les pour les éléments dissous, donnera une famille de lignes brisées parallèles entre elles.

Lorsque les lignes se croisent, un changement de faciès chimique est mis en évidence.

IV.5.2 - Interprétation des résultats

IV.5.2.1 - Répartition graphique sur le diagramme de Piper et de Schoëller Berkloff

La représentation graphique de Piper et de Schoëller Berkloff de l'analyse chimique des points d'eau de la période (Mai 2018), nous à permis de déterminer une dominance des chlorures pour les anions et calciques pour les cations .

Donc on remarque que la majorité des puits ont de faciès chimique Chlorurée calcique pour les puits de sidi Abdelghani (P3), Tiaret (P4) et Dahmouni (P6) et le reste pour les faciès chlorurée sodique (P1Guertoufa) , Sulfaté calcique (P5 Malakou) et Chlorurée magnésienne (P2) Bouchkif . Les résultats distingués sont récapitulés dans le tableau suivant :

faciès chimique	Chlorurée calcique	Chlorurée sodique	Sulfaté calcique	Chlorurée magnésienne
N° de puits	3.4.6	1	5	2

Tableaun°15 :Faciès chimiques de l'analyse chimique des points d'eau

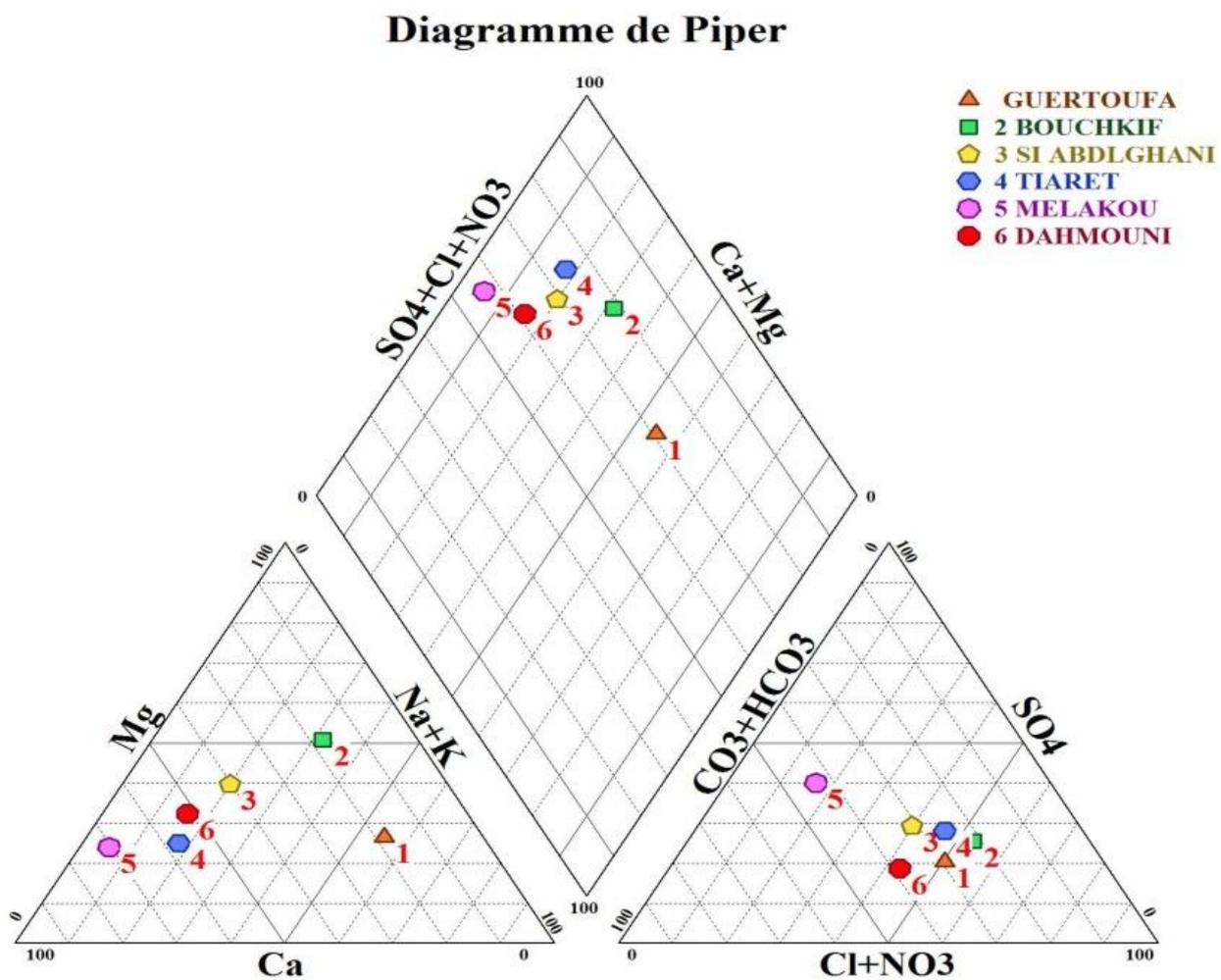


Figure n°34: Présentation graphique des faciès chimique des points d'eau suivant le Diagramme de piper

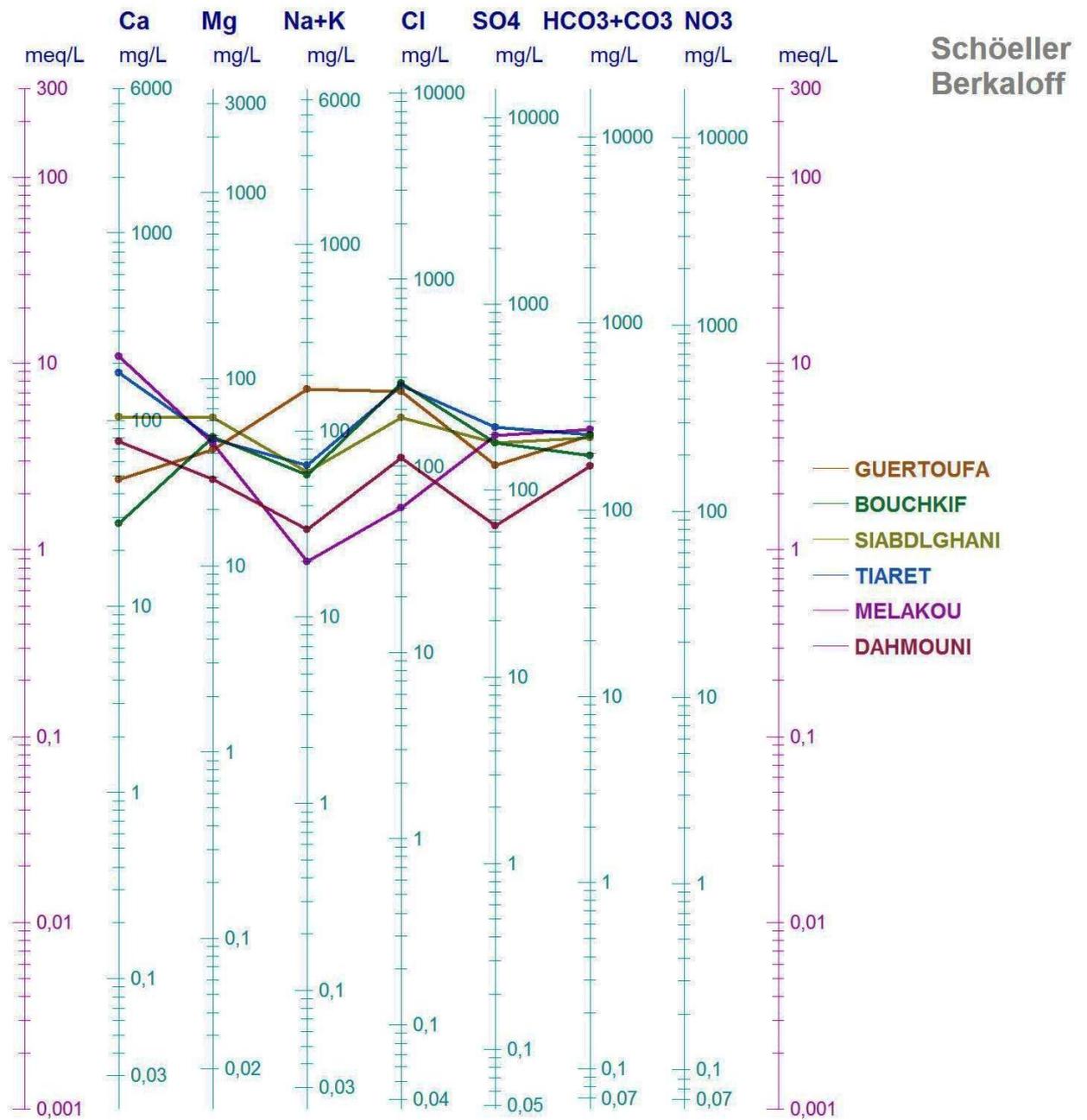


Figure n°35: Présentation graphique des faciès chimique des eaux de sources suivant le diagramme Schoeller-Berkaloff.

IV.6.Potabilité des eaux :**IV.6. 1. Les normes de potabilité :**

La présente norme Algérienne NA -2011 est inspirée des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé(OMS) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la communauté Économique Européenne (CEE).

Dans cette partie nous avons comparé entre la qualité physico-chimique des eaux souterraines de notre zone d'étude et les normes Algériennes de potabilité, a pour objet de fixer les spécifications organoleptiques, physico-chimiques et toxicologiques des eaux destinées à la consommation.

Paramètres	Valeur	Unité
	Les Paramètres Physiques	
Température	25	°C
PH	6,5-9	-
Conductivité	2800	µS/cm
Turbidité	5	NTU
	Les paramètres chimiques	
Calcium	200	mg/l
Magnésium	150	mg/l
Sodium	200	mg/l
Potassium	12	mg/l
Chlorure	500	mg/l
Sulfate	400	mg/l
	Les paramètres de pollution	
Nitrate	50	mg/l
Nitrite	0,2	

Tableau n°16: Les normes Algériennes de potabilité

Non	Normes	p1	p2	p3	p4	p5	p6
T (c°)	25	12.4	13.1	12.6	12.9	13.6	13.3
PH	6,5-9	7.69	7,74	7,61	7.69	7,49	7,74
CE	2800	1396	1379	1038	1512	1107	689
Ca⁺²	200	48	28	104	180	219	77
Mg⁺²	150	42	49	62	48	45	29
Na⁺	200	163	56.5	57.5	64	18	23
K⁺	12	4.1	2.1	2.5	1.9	2.1	6.6
Cl⁻	500	249	278	182	269	60	110
So₄⁻²	400	136	181	181	219	197	65
No₃⁻	50	37.49	5.78	63.08	49.04	69.81	6.47
No₂⁻	0,2	0.02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02
NH₄⁺	0.5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
HCO₃⁻	500	249	196	243	253	271	171
Po₄⁻³	0.5	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01

Tableau n°17: Classification de la potabilité
des eaux d'études d'après les normes Algériennes

Les résultats des analyse de notre étude par comparaison avec les normes de potabilité fournissent une première description de l'état de pollution dans quelques étudiés a cause de les concentrations de quelques éléments chimiques sont dépasse les normes de (Ca⁺², et No₃⁻) ce qu' ils signalent comme moyennement potable au une qualité passable.par contre la qualité d'eau dans les autres points d'eau est signififier comme une bonne qualité.

IV.7.Conclusion :

L'étude hydrogéologique de l'aquifère de la région a permis de préciser les caractéristiques des nappes qui le constituent et d'apporter de nouveaux éléments sur les réserves en eaux souterraines et aussi a permis de connaître deux aquifères ; l'un Plio-Mio-

Quaternaire dont les niveaux superficiels sont connus par les puits et les niveaux profonds par les forages ; l'autre Crétacé Inférieur et Jurassique supérieur.

L'alimentation de l'aquifère superficiel se fait soit directement sur les formations poreuses, soit indirectement au long des piémonts des massifs environnants. De nombreuses formations géologiques contiennent des eaux souterraines, les plus anciennes sont attribuées au jurassique et les récentes correspondent aux alluvions quaternaires.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Tiaret C'est une région à vocation pastorale, situé à l'ouest du pays, son territoire s'inscrit dans un espace naturel très vaste. Il repose sur un relief limité par le plateau du Sud Atlas Tellien et massif de l'Atlas saharien (montagnes Amour) au Sud, le massif de Frenda au Nord-Ouest, le reste est représenté par les hauts plateaux. La wilaya fait partie d'un grand bassin versant : le bassin de Cheliff.

La ressource hydrique est basée essentiellement sur le barrage de Bekhadda avec une capacité de 45Hm³, (destiné à l'alimentation en eau potable) ; le barrage Dahmouni avec une capacité de 39Hm³, (destiné à l'irrigation) et le barrage de Bougara avec une capacité de 13Hm³, (destiné à l'irrigation). et des ressource souterraines riche en eau de bonne qualité. et aussi de La longueur du réseau hydrographique de la wilaya est de 1 938 km. Ainsi que 18 retenues collinaires d'une capacité globale de 11.671Hm³.

La formation géologique de la wilaya de Tiaret est subdivisée en deux domaines : le domaine tellien et le domaine pré- atlasique. Elle est représentée par la succession de terrains allant du secondaire au Quaternaire. C'est une superposition de bancs de Grès tendres miocène surmontant en concordance une assise argileuse de la même formation. Au-dessous vient le crétacé marno-calcaire dans sa partie inférieure, dolomitique dans sa partie supérieure. Ces formations sont susceptibles de stocker ou d'emmagasiner des eaux souterraines.

L'étude des facteurs climatiques révèle un climat semi-aride avec un hiver froid et humide et un été chaud et sec.

Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de **371,56 mm** à la station d'Ain Bouchékif de Tiaret. La température moyenne annuelle est de **16.9°C** à la station d'Ain Bouchékif.

Des précipitations saisonnières réparties comme suit:

- L'hiver est le plus pluvieux avec **147.62mm**
- Le printemps avec **91.54mm**
- L'automne avec **28.09mm**
- L'été avec **28,01mm**.

L'E.T.P moyen calculé est de **968,25 mm**

L'ETR ou déficit d'écoulement qui est égale à **279,61 mm** soit **75.25 %** des précipitations.

Le ruissellement et l'infiltration (R+I) = **91.95 mm** ce qui représente sensiblement **24.74 %** des Précipitations

L'étude hydrogéologique de l'aquifère de la région a permis de préciser les caractéristiques des nappes qui le constituent et d'apporter de nouveaux éléments sur les

Conclusion Générale

réserves en eaux souterraines et aussi a permis de connaître deux aquifères ; l'un Plio-Mio-Quaternaire dont les niveaux superficiels sont connus par les puits et les niveaux profonds par les forages ; l'autre Crétacé Inférieur et Jurassique supérieur.

L'alimentation de l'aquifère superficiel se fait soit directement sur les formations poreuses, soit indirectement au long des piémonts des massifs environnants. De nombreuses formations géologiques contiennent des eaux souterraines, les plus anciennes sont attribuées au jurassique et les récentes correspondent aux alluvions quaternaires.

L'étude hydrogéologique de l'aquifère de la région a permis de préciser les caractéristiques des nappes qui le constituent et d'apporter de nouveaux éléments sur les réserves en eaux souterraines et aussi a permis de connaître deux aquifères ; l'un Plio-Mio-Quaternaire dont les niveaux superficiels sont connus par les puits et les niveaux profonds par les forages ; l'autre Crétacé Inférieur et Jurassique supérieur.

L'alimentation de l'aquifère superficiel se fait soit directement sur les formations poreuses, soit indirectement au long des piémonts des massifs environnants. De nombreuses formations géologiques contiennent des eaux souterraines, les plus anciennes sont attribuées au jurassique et les récentes correspondent aux alluvions quaternaires.



Références bibliographique

Références bibliographiques

ADE :Algerienne Des Eaux-Tiaret.(2018)

A.N.R.H – Agence Nationale des Ressources Hydraulique – Tiaret.

ANRH (2008) : Cartes géologiques et hydrogéologiques de Tiaret

anthropiques sur la qualité physico-chimiques et bactériologiques des eaux des puits

ANTUORI SOUAD(2015-2016) : Contribution à l'étude Hydrogéologique du Plateau de SERSOU(Région de Tiaret)

BELHAKEM. A, (2015): Mémoire de Master, Thème : L'impact des activités

Benzghouda M. (2015): Contribution a l'étude hydrogéologique de la vallée de l'oued Nahr Ouassel (Partie Aval de Dahmouni) Mémoire de master en hydrogéologie et environnement université Ibn Khaldoun Tiaret, 74p.

Castany, 1982. Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Ed.Dunod Université Bordas,

CFT : Conservation des forêts de Tiaret, 2015.Service de cartographie et Service des statistiques.

BARHAM KHADIDJA(2015-2016) : Evaluation qualitative et quantitative des eaux souterraines : exemple de quelques sources de la région de Tiaret

D .H.W : Direction Hydraulique de Willaya – Tiaret.

dans une zone urbaine Cas de la ville de Tiaret. p : 18, 11

De l'Oued Mina. P : 9

DIDANE ZINEB(2016-2017) : Vulnérabilité et protection des eaux souterraines : Application sur un système aquifère dans une zone semi-aride : Cas de la région de Dahmouni

DRE : Direction de ressource en eau.

KAMLA FATIHA (2016-2017) : Contribution à l'étude physico-chimique des eaux souterraines de la région de Tiaret

Mekkakia M. (2001):mémoire de magister, Thème : pollution des eaux du bassin versant

Nouar Belgacem, (2015) : mémoire de magister Thème : Contribution à l'étude de la diversité floristique et biogéographique des matorrals selon un gradient altitudinal des monts de TIARET (ALGERIE).

O.N.M : Office National de la Météorologie – Station de Bouchékif (Tiaret).

Paris, 238p.

Rodier (2009) : L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.

Rodier J. et al. (2009) : L'analyse de l'eau, 9e édition. DUNOD (éditeur), Paris, France.1579

Rodier, (1978) :L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 6ème édition.

Rodier. J, (2005) : l'Analyse de l'Eau 9e édition, Dunod, Paris 1579

Source des données :

- **A.N.R.H** – Agence Nationale des Ressources Hydraulique – Tiaret.
- **D .H.W** : Direction Hydraulique de Willaya – Tiaret.
- **O.N.M** : Office National de la Météorologie – Station de Bouchékif (Tiaret).
- **APC** : Assemblée populaire communale 2016.
- **DRE** : Direction de ressource en eau.
- **CFT** : Conservation des forêts de Tiaret, 2015. Service de cartographie et Service des statistiques.
- **ADE** :Algerienne Des Eaux-Tiaret.(2018)

ANNEXE N° 01**Climatiques de la station d'Ain Bouchekif (1986-2013)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	TOTAL
P Moy Mensuelle en (mm)	35,05	33,45	35,89	35,98	63,64	48	49,49	17,52	24,53	20,4	1,43	6,18	371,56

ANNEXE N° 02

Matériel utilisé au niveau de laboratoire.



Conductimètre/ PH mètre



Spectrophotomètre

ANNEXE N° 03
PRELEVEMENT DE QUELQUE PUIITS



Puit de Si AbdGhani



Puit de Guertoufa



Puit de Ain Bouchekif

ملخص :

الدراسة التي نقوم بتا تهدف إلى تعيين ودراسة نوعية المياه الجوفية من خلال الخصائص الهيدرومناخية, الهيدروجيولوجية, الجيولوجية والهيدروكيميائية لمنطقة تيارت. والتي تعتبر المصدر الرئيسي للتزود بالمياه الصالحة للشرب وحصر الخصائص النوعية للخرانات المائية والجوفية واستغلالها من خلال الخزانات الكلسية, التي تعد المصدر الاساسي لسد الاحتياجات الخاصة بمياه الشرب والزراعة بالمنطقة .

معايرة مياه الابار تتم عن طريق التحاليل الفيزيوكيميائية من اجل تحديد الوسط (المياه الجوفية) وتوضيح العوامل المحددة لنوعية الماء ومنها الحرارة , كمون الهيدروجين , الايونات الموجبة (الكالسيوم المغنيزيوم الصوديوم والبوتاسيوم) الايونات السالبة (الكور الكبريتات النتريت النترات والفوسفات) ومقارنتها مع المعايير الجزائرية للمياه الصالحة للشرب . وكذلك معرفة الكمون المائي على المستوى الهيدروجيولوجي للمنطقة , والتي تبين وجود طبقتين فوق بعضهما البعض احدهما سطحية والاخرى عميقة .

اغلبية نتائج تحليل العناصر الفيزيوكيميائية لا تتجاوز المعايير الجزائرية للشرب .

كلمات البحث: آبار، مياه صالحة للشرب، تحاليل فيزيوكيميائية.

Résumé :

L'étude que nous avons faite vise à identifier et étudier la qualité des eaux souterraines à travers les caractéristiques hydro climatiques, hydrogéologiques, géologique et hydro-chimiques de la région de Tiaret. Qui est la principale source d'eau potable et les caractéristiques spécifiques des réservoirs d'eau souterraines et leur exploitation à travers des réservoirs calcaires, qui est la principale source pour répondre aux besoins de l'eau potable et de l'agriculture dans la région.

Le titrage des eaux des sources est réalisé par les analyses physico-chimiques pour déterminer le milieu (eaux souterraines) et mettre en évidence les paramètres qui déterminent la qualité de l'eau à savoir : la température, potentiel d'hydrogène, les cations (Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium) et les anions (Chlorure, Sulfate, Nitrite, Nitrate, Phosphate) et de les comparer aux normes algériennes de potabilité. Aussi pour connaître le potentiel hydrique sur le plan hydrogéologique de cette région, qui montre la présence de deux nappes superposées, l'une superficielle et l'autre profonde.

La plupart des résultats d'analyse des éléments physico-chimiques ne dépassent pas les normes algériennes de potabilité.

Mots clés : Puits, Eaux potables, Analyses physico-chimiques.

Abstract :

Our study aims diagnosis and study the quality of groundwater through hydro climatic, hydrogeological, geological and hydro-chemical characteristics of Tiaret region. Which represents the main source of drinking water and specific characteristics of groundwater tank and exploited through limestone tank which is the main source of drinking water needs and agriculture in the region.

The titration of source waters is realised through the physico-chemicals analysis for determine the environment (groundwaters) and clarify the parameters that determine water quality to know : temperature, hydrogen potential, cations (Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium) and anions (Chloride, Sulfate, Nitrite, Nitrate and Phosphate) and compare them to the algerian drinking water standards. Also, to know the water potential of the hydrogeological map of this region, which shows the presence of two superimposed layers, one superficial and one deep.

The majority of analysis results of physico-chemicals elements are within the algerian drinking water standards.

Key words : Water well, Drinking waters, Physico-chemicals analysis.