

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Nutrition et Technologie Agro Alimentaire



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Masteracadémique
Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers
Filière : Géologie
Spécialité : Hydrogéologie

Présenté par :

BAKKAR Mouad Abdellatif
BELHOUCINE abdessamed
BENZINEB Djamel

Thème

**Etude de la qualité des eaux de sources de la
commune de Guertoufa (Wilaya de Tiaret)**

Soutenu publiquement le 28 /09/2021

Jury:

Président: M.BERRAYEH M

Encadrant: Mme SOUDANI L

Examineur: M.ZERARKA A

Grade

MCA

MCB

MCA

Université de Tiaret

Université de Tiaret

Université de Tiaret

Année universitaire 2020-202

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions LE BON DIEU le tout puissant de nous avoir donnés le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre enseignante et encadreur Melle Soudani Leila pour sa bonne humeur et sa gentillesse et surtout sa grande disponibilité et ses encouragements tout au long de ce mémoire et sans elle ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Aux membres de jury, qui ont eu la patience de bien vouloir examiner et juger ce travail :

A Mr Beriyah Pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider ce jury; à Mr Zerrarkad' avoir accepté d'examiner ce travail.

Notre profond remerciement à Melle Saida de nous avoir beaucoup aidé au laboratoire .

Dédicaces

Avant tout l'éloge à Dieu tout puissant pour tout ce qu'il m'a donné et de m'avoir accordé la

force, le courage et la santé à fin de pouvoir accomplir ce travail.

Je dédie ce travail à mes très chers parents que j'aime beaucoup ,et j'en profite en cette occasion

pour les remercier ; pour leur encouragement, leur soutien et surtout leur amour que dieu les

protègent et leur offrent une longue vie.

Hommage à ma grand-mère Reguia et ma tante Seloua rabi yarhamhoum.

Et à la mémoire de mes cousins Fouad et Mohamed rabi yarhamhoum.

A Mon grand frère Zakaria et son épouse et mes neveux Amir et Djawed.

A ma grande sœur et son époux Belgacem et mes neveux Anes et Noufel.

A Mes sœurs ines et maram .

A ma bien aimé Achweq

Sans oublier mes oncles maternelles Noredline et Djamel .

A mes deux familles BAKKAR et RIAH. A mes proches amis :Oussama et Abderazak .

Mouad Abdellatif

Je dédie ce modeste travail :

*A mes parents qui m'ont donné l'aide sans rien attendre
en retour : Benaouda ,Fatima*

A Mon frère : Abdenour

A Mes sœurs : Imene, Nadjet , Bouchra

A Mes amis : Mohamed , Sidali , Said ,

Abdelkader,Hicham , Akram, Karim , Fayçal , Hbib,

Redhouanechelfi.

A mesfamilles : Belhocine , Goudjil

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu aux moments les

plus difficiles.

Abdessamed

Dédicace

Je dédie le fruit de ce travail:

Aux êtres les plus chers de ma vie, mon père et ma mère

:Abdelkader et Dhaiba

A mon frère et A mes sœurs

A toute la famille BENZINEB

A mes amis Said nacer Slimane Mokhtar

Derkaoui Youcef Mikadim Aichouch Akramsaad

A tous mes collègues de la promotion du master

Hydrogéologie

Djamel

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Introduction générale	1
Chapitre I Cadre géographique de La zone d'étude	
Introduction	4
I.1. Cadre géographique de la wilaya de Tiaret	4
I.1.1. Présentation de la zone d'étude Guertoufa	5
I.1.2. Population	5
I.1.2.1. Population de la zone d'étude	5
I.1.3. Agriculture	6
I.1.3.1. Agriculteur de Guertoufa	7
I.1.4. Massifs forestiers	7
I.2. Géologie	8
I.2.1. Géologie régionale	8
I.2.2. Géologie locale de la zone d'étude	9
I.2.1.1. Monts de Tiaret	9
I.2.3. Lithologie des formations géologiques	11
I.2.4. Aperçu Tectonique	13
I.2.5. Relief de la wilaya	14
I.2.6. Pédologie	14
Conclusion	15
Chapitre II Climatologie	
Introduction	18
II.1. Etude des précipitations	18
II.1.1. Précipitations moyennes mensuelles :	19
II.1.2. Précipitation saisonnier :	21
II.1.3. Variations interannuelles des précipitations	22
II.2. Température	24
II.2.1. Les températures moyennes mensuelles	24
II.2.2. Diagramme ombrothermique	25
II.3. Indices climatiques	26

II.3.1. Indice d'aridité de MARTONNE 1923	26
II.3.2. Le diagramme d'Emberger.....	28
II.4. Bilan hydrique	30
II.4.1.Évapotranspiration	31
II.4.1.1. Évapotranspiration potentielle (ETP).....	31
II.4.1.2. Évapotranspiration réelle (ETR)	32
II.4.2. Le Ruissèlement:	33
II.4.3. L'Infiltration.....	33
II.5. Interprétation du bilan hydrique.....	34
Conclusion	35
Chapitre IIIHydrogéologie et Hydrologie	
Introduction.....	37
III.1. Hydrogéologie.....	37
III.1.1. Zone Nord	38
III.1.2. Zone Ouest.....	39
III.1.3. Zone Est	39
III.1.4. Vallée du Touil :	39
III.1.5. Monts de Chellala	39
III.1.6. Vallée de la haute Mina	39
III.1.7. Aperçut des aquifères dans la wilaya de Tiaret	39
III.1.7.1 Dolomies Kimméridgiennes	39
III.1.7.2. Calcaires et grés du Tithonique.....	40
III.1.7.3. Grés du barrémien – Aptien – Albien	40
III.1.7.4. Grés du Miocène inférieur	40
III.1.7.5. Dépôts du Plio-quaternaire	40
III.1.8. Formation aquifère de la zone d'étude.....	40
III.2. Hydrologie	41
III.2.1. Barrager.....	42
III.2.1.1. Barrage de Bakhadda	43
III.2.1.2. Barrage de Dahmouni	43
III.2.1.3. Barrage de Bougara.....	43
III.2.2. Ressource en eau souterraine	44
III.2.2. Aquifères du Cheliff	44

III.2.2.1. Nappe du Moyen Cheliff	44
III.2.2.2. Nappe de l'Oued Cheliff amont.....	46
III.2.2.3. Plaine de la Mina	47
Conclusion	47
Chapitre IV Hydrochimie	
Introduction.....	49
IV.1. Paramètres physico-chimiques	49
IV.1.1. Température.....	49
IV.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	49
IV.1.3. Conductivité électrique (CE).....	49
IV.1.4. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)	50
IV.1.5. Oxygène dissous (O ₂).....	50
IV.1.6. Matières en suspensions(MES).....	50
IV.1.7. Matière Oxydable (MO)	50
IV.1.8. Chlorures (Cl ⁻).....	50
IV.1.9. Alcalinité (HCO ₃ ⁻).....	51
IV.1.10. Résidu Sec (RS).....	51
IV.1.11. Nitrates (NO ₃ ⁻) et nitrites(NO ₂ ⁻)	51
IV.1.12. Magnésium (Mg ²⁺).....	51
IV.1.13. Calcium (Ca ²⁺)	51
IV.2. Choix des sites de prélèvement :	52
IV.3. Modalité de prélèvement des échantillons d'eau :.....	52
IV.4. Résultats et interprétation	54
Conclusion	57
Conclusion générale.....	58
Annexes.....	
Références bibliographiques.....	
Résumé.....	

Liste des Figure

Figure.I.1: Carte de localisation de la willaya de Tiaret (CFT Tiaret, 2014)	5
Figure.I.2 : Évolution de la population de la commune de Guertoufa (2008 jusqu'au horizon 2050).....	6
Figure.I.3: Situation des massifs forestiers dans la Wilaya de Tiaret (CFT, 2014).....	8
Figure.I.4: La carte lithologique de la région de Tiaret (DRE Tiaret, 2014).....	12
Figure.I.5 : Coupe Litho-stratigraphique locale de Tiaret (Bouchentouf, 1982).....	13
Figure II.1: Carte des isohyètes moyennes annuelles (1913-1963), d'après Chaumontet Paquin.....	19
Figure II.2: Les Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la station d'Ain Bouchekif (1990_2020).	21
Figure II.3 : Précipitation saisonnier des précipitations de e station d'Ain	21
Figure II.4 : Répartition des Précipitations interannuelles de la région d'étude (1990-2020).	24
Figure II.5 : Variations mensuelles des températures station Ain Bouchekif (1990-2020).	25
Figure II.6:Diagramme Ombrothermique de la station d'Ain Bouchekif (1990_2020)..	26
FigureII.7 : Abaque de l'Indice d'aridité Annuel de DE Martone, 1923. de la station Ain Bouchekif(1990-2020).....	28
FigureII.8: Climagramme d'EMBERGER de station de Ain Bouchekif.	30
Figure III.1 : La carte de réseau hydrogéologie de la wilaya de Tiaret (NARH,2010).....	38
Figure III.2 : Réseau hydrologique de la région (CFT, 2014)	42

Liste des Tableaux

Tableau.I.1 :Population de la commune de Guertoufa (APC Guertoufa, 2020).....	5
Tableau.I.2 : Réparation générale des terres de la wilaya de Tiaret (PAW, 2008).....	7
Tableau II.1: Les caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif (1990-2020).....	18
Tableau II.2: Les précipitations moyennes mensuelles (mm)de la station d'Ain Bouchekif (1990_2020)	20
Tableau II.3: Précipitations saisonnière de e station d'Ain Bouchekif,2020 entre (1990-2020).....	21
Tableau II.4: Précipitations interannuelles et Coefficients Pluviométrique (Cp) de la Zone d'étude (1990_2020).....	23
Tableau II.5: Les températures moyennes mensuelles de d'AinBouchekif 2020.(1990-2020).....	25
Tableau II.6 : Le bilan hydrique de C.W.Thornthwaite de la station d'AinBouchekif(1990-2020).....	34
Tableau III.1: Les barrages en exploitation au niveau de la région de Tiaret (DRE, 2016).	43

Liste des Abréviations

BH: Bilan Hydrique

Ca²⁺ : ions de calcium.

CE : Conductivité électrique.

CL : coefficient de latitude

Cl : Chlorures.

cm : centimètre

cm² : centimètre carré.

Def : déficit agricole en (mm)

E : Est

E.D.T.A :éthyle diamine tétra Acétique.

ETP : évapotranspiration potentielle du mois.

ETR : évapotranspiration réelle.

EXC : excédent en (mm)

HCO₃⁻ : Carbonates d'hydrogène.

I : infiltration

IT :indice thermique

J.O.A : Journal Officiel Algérien.

L : pouvoir évaporant, est une limite vers laquelle tend l'ETR lorsque Pdevient grand.

M : Température moyenne maximale.

Mg²⁺ : Magnésium.

m : Température moyenne minimale.

mg : Milligramme

mg/l : milligramme par litre.

mn : minute.

m : mètre .

ml : millilitre.

mm : millimètre.

N : nord.

N : normalité.

NTU : Unité de Turbidité Nephelométrique.

NH₄⁺ : Azote Ammoniacal.

NO₂⁻ : Nitrites.

NO₃⁻ : Nitrates.

P: hauteur annuelle de pluie en mm.

pH :Potentiel d'hydrogène.

PO₄⁻ : Phosphates.

Q₂: Quotient Pluviothermique.

q.s.p : Quantité suffisante pour

R : ruissellent.

RFU :Réserve Facilement Utilisable

R.S : Résidu sec.

SO₄²⁻ : Sulfates.

T⁰ : Température

TDS : Taux des solides dissous.

TH : Titre Hydrométrique.

°C : Degré Celsius

l : Litre.

S : Siemens.

SAR : Sodium Adsorption Ratio

μS /cm : Micro siemens par centimètre

h : heure.

ABH CZ:Agence du Bassin Hydrographique CHELIFF-ZAHR

ANBT: Agence National des Barrages et Transfert.

AE : Année excédentaire.

AD : Année déficitaire..

ADE : Algérienne Des Eaux.

BH: Bilan Hydrique.

CFT : Conservation des Forêts de la wilaya de Tiaret.

Cp : Coefficient pluviométrique

DRE : Direction des Ressources en Eau.

ETR : Evapotranspiration réelle.

ETP : Évapotranspiration potentielle.

Hm³: hectomètre cube

I : Infiltration.

i: indice thermique mensuel.

K : Coefficient de correction de la latitude

KG : indice de compacité de Gravileus

IA: Indice d'aridité.

NO: nord Ouest

N : nord

NS : niveau statique

ND : niveau dynamique

OMS : Organisation mondiale de la santé

Q : débits

RN : route national

R : Ruissellement.

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

SEV : sondage électrique vertical

UTM : La projection universelle transverse de Mercator.

µm /cm : microséismes par centimètre

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est l'élément l'essentiel pour tout être vivant et son importance dans la vie dépend de l'augmentation du niveau de vie, de l'évolution technique et l'augmentation de nombre de la population. Cette importance apparait du fait de l'augmentation du taux de consommation avec un regard sur l'amélioration de la qualité d'eau et l'absence des éléments nuisibles à la santé publique (**Abbes et Yagoub, 2015**).

L'eau joue un rôle déterminant et structurant dans la vie des habitants, dans le développement économique et dans la survie des écosystèmes naturels. Les différents usages de l'eau influent sur la disponibilité de la ressource. Du point de vue de la quantité et de la qualité, tout le monde reconnaît que l'eau est devenue rare et doit être exploitée à bon escient dans une perspective d'une gestion durable (**Benchalgo, 2014**).

Les ressources en eau sont inégalement réparties dans le monde. L'eau douce ne représente que 1% du total des eaux présentes sur la terre, le reste étant formé par les eaux salées des mers et des océans.

Une baisse de la qualité de l'eau menace les avancées faites au cours de vingt dernières années dans l'amélioration de l'accès à l'eau potable. Entre 1990 et 2011, les efforts mondiaux ont aidé 2,1 milliards de personnes à avoir accès à une eau de boisson améliorée, mais toutes ces nouvelles sources ne sont pas nécessairement salubres (**OMS/UNICEF, 2013**).

La consommation en eau potable est essentiellement basée dans les pays en voie de développement sur les eaux des nappes, de la nécessité de caractériser le mieux possible les eaux souterraines qui sont devenues plus accrues avec l'augmentation des besoins en eau et les problèmes de contamination qui ont découlé du développement industriel du XX^{ième} siècle. Le taux de maladies à transmission hydrique a atteint un seuil redoutable dans les dernières années, cela est due en grande partie à l'utilisation des eaux des sources et de puits généralement non traitées, la pollution chimique et biologique de ces sources sont provoquées par les rejets industriels, domestiques et agricoles dans la nature et l'infiltration des matériaux toxiques ou indésirables sachant que l'altération des nappes souterraines est moins réversible que la pollution des eaux superficielles du fait du lent renouvellement de ces sources .

L'objectif de ce travail consiste à effectuer des analyses physico-chimiques pour déterminer la qualité des eaux de source de la région de Guertoufa.

-Cette étude s'articule autour des chapitres suivants:

Introduction générale

Un premier chapitre du cadre géographique de la zone d'étude qui englobe la situation administrative, géographique et le cadre géologique régionale et locale .

Un deuxième chapitre de climatologie qui illustre les données climatiques de la période (1990-2020) Comme données récentes dans la région d'étude ;

Un troisième chapitre d'hydrologie et hydrogéologie qui traite :

- Hydrogéologie (Aperçut des aquifères, les nappes. les dolomies Kimméridgiennes).
- Hydrologie
- Les barrages (Bakhadda, Dahmouni et Bougara) ;

Un quatrième chapitre d'hydrochimie qui étudie les paramètres physico-chimiques des eaux de source de Guertoufa (wilaya de tiaret).

-Et on termine notre travail par conclusion .

Chapitre I

Cadre géographique de La zone d'étude

Introduction

Le cadre physique et l'enquête géologique du terrain sont nécessaires pour comprendre le relief et le comportement des eaux souterraines.

Donc, dans ce chapitre suivra le réseau hydrographique et les formations géologiques dans la zone étudiée.

I.1. Cadre géographique de la wilaya de Tiaret

Située à 340 km de la capitale Alger au nord-ouest du pays, la wilaya de Tiaret se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud. Le territoire de la wilaya est constitué de zones montagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et des espaces semi-arides au Sud. Elle s'étend sur un espace délimité entre 0.34° à 2.5° de longitude Est et 34.05° à 35.30° de latitude Nord.

Tiaret occupe une superficie de 20.086,62 km², elle couvre une partie de l'Atlas tellien au Nord et les hauts plateaux au centre et au Sud. Elle est délimitée au Nord par les wilayas de Relizane, Cheleff et Tissemsilt, à l'Ouest par les wilayas de Mascara et Saida, à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Sud et Sud-Est par Laghouat et El Bayad(Site officiel de wilaya, 2014).

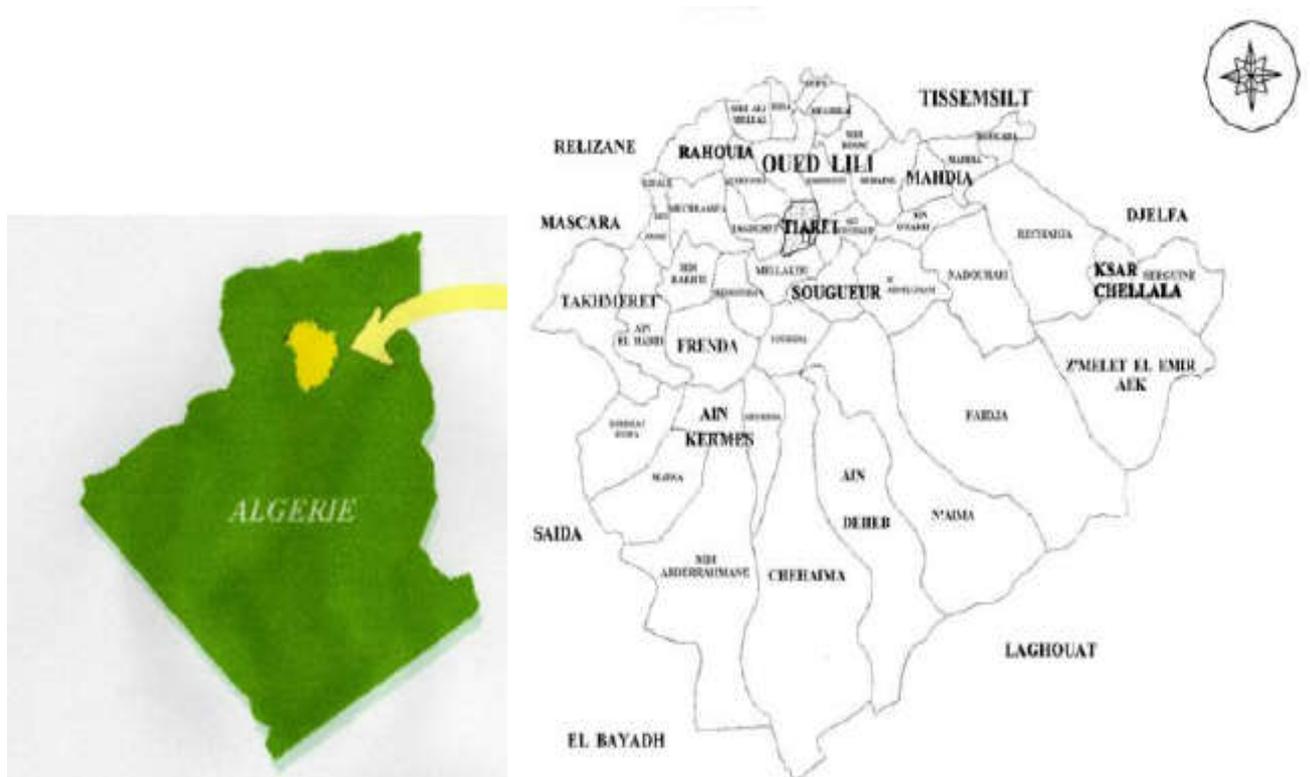


Figure.I.1: Carte de localisation de la wilaya de Tiaret (CFT Tiaret, 2014)

I.1.1. Présentation de la zone d'étude Guertoufa

La commune de Guertoufa est située dans le nord de la wilaya de Tiaret, au sud de la région de Rahouia d'une superficie de 180,51 km², elle est située à environ 7km de la wilaya et 30 km de la daïra et d'Alger à 250 km. Elle est localisée dans la région Nord-Ouest de l'Algérie à une altitude moyenne de 911 m.

Avec les coordonnées suivantes :

Latitude: 35.393, Longitude: 1.25609, 35° 23' 35" Nord, 1° 15' 22" Est.

Administrativement, elle est limitée au nord par la commune de Sidi Ali Mellal, au sud par les communes de Tagdemt et Tiaret, à l'ouest, les communes de MechraaSafa et Rahouia, à l'est par la commune d'Oued Lilli (APC Guertoufa, 2020).

I.1.2. Population

La population à Tiaret a plus que doublé depuis les années soixante. Depuis, le taux de croissance annuel moyen a sensiblement diminué ; il était de 3,68 % entre 1966 -1977 pour Passer à 1,44 % durant la dernière décennie (1998-2008). Une baisse de fécondité est observée : 2,63 enfants par femme en 2002, contre 7,4 en 1970. Ci-dessous la perspective de la population tiare tienne(PAW, 2008)

I.1.2.1. Population de la zone d'étude

L'évolution de la population de l'agglomération de Guertoufa (tableau 01) a connu une progression régulière. la population de l'agglomération était estimée à 8552 habitants en 2020 (Figure 02) (APC Guertoufa , 2020)

D'après le (Tableau 01) et l'histogramme de la (Figure 02) nous montrent que l'évolution de la population de Guertoufaconnaissait une croissance démographique marquée allant de (2,53%) cette valeur calculée durant la période de 2008 et 2020, avec une densité de 47 Hab/Km².

Tableau.I.1 :Population de la commune de Guertoufa (APC Guertoufa, 2020)

Année	2008	2016	2017	2018	2019	2020	Horizon 2030	Horizon 2050
Guertoufa	6657	7337	7440	7544	8451	8552	11541	14562

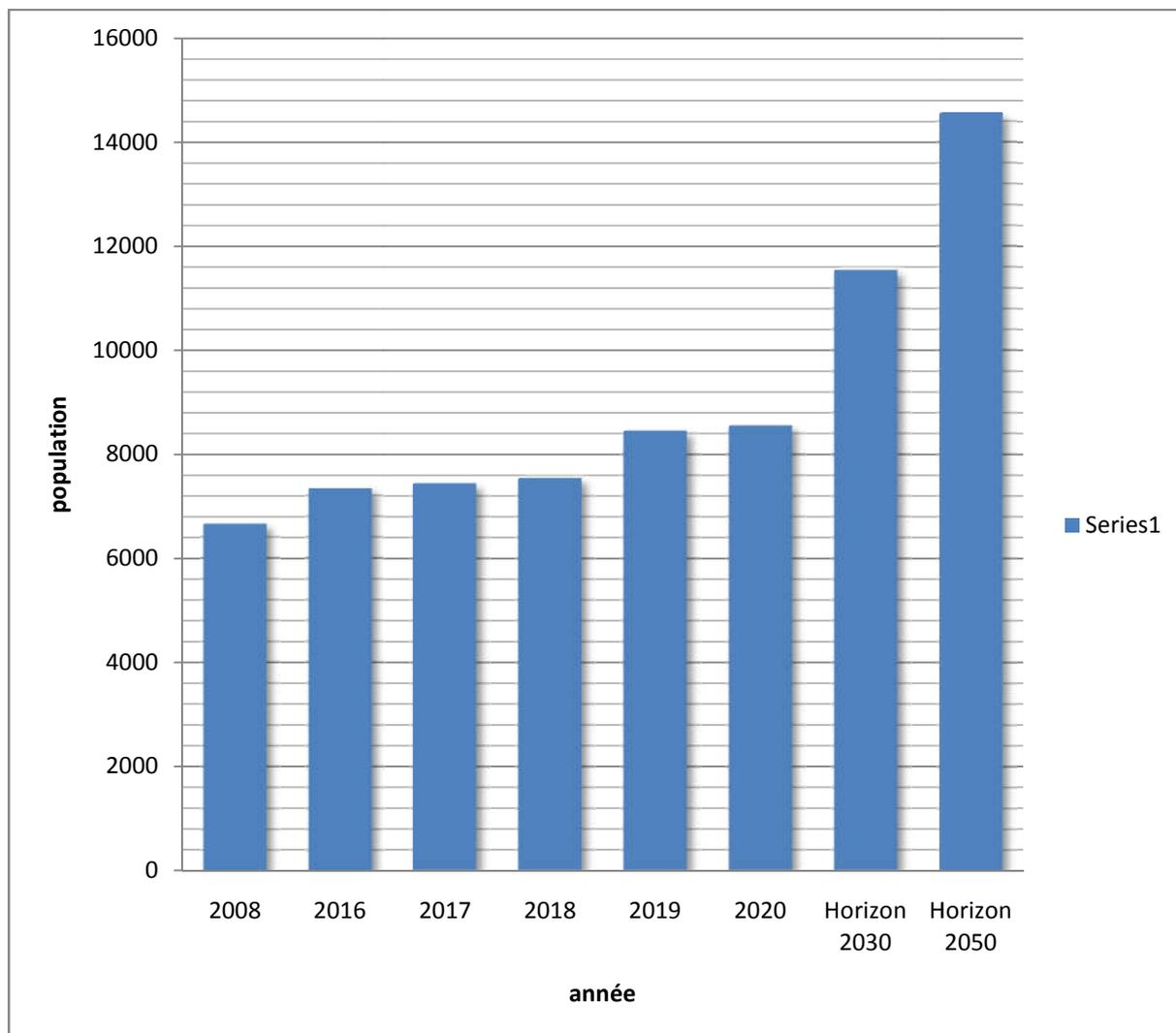


Figure.I.2 : Évolution de la population de la commune de Guertoufa (2008 jusqu'au horizon 2050).

I.1.3. Agriculture

La willaya de Tiaret a un caractère agro-pastoral. Il y'a essentiellement une agriculture de céréales, des fourrages, les légumes, la pomme de terre et les oignons. Les ovins et bovins, les œufs, les laits et la laine constitue le volet principales de la production animale (PAW, 2008).

Tableau.I.2 : Répartition générale des terres de la wilaya de Tiaret (PAW, 2008)

Surface Agricole Totale S.A.T (ha)	Surface Agricole Utile S.A.U (ha)	Foret (ha)	Pacages et Parcours (ha)	Terres Incultes (ha)
7162	7112	2341.65	692	2076.35

I.1.3.1. Agriculteur de Guertoufa

La superficie des terres agricoles de la commune de Guertoufa est de 13802 hectares, dont 13552 hectares arables, la superficie non productive est de 250 hectares et la superficie forestière est de 640 hectares.

Le nombre d'investisseurs féminins dans la municipalité a atteint 439, dont 50 investisseurs collectifs, 190 individuels et 199 investisseurs privés, dont la plupart sont orientés vers la culture des céréales représentées dans le blé, l'orge et le fourrage, en plus de planter certains types d'arbres tels que comme les oliviers et les amandiers...

Aussi, certains habitants de la commune dépendent de l'activité d'élevage de vaches, moutons et chèvres (APC Guertoufa, 2020).

I.1.4. Massifs forestiers

Selon sa position géographique à l'ouest des hauts plateaux entre les chaînes montagneuses telliennes et Sahariennes, la wilaya subit plusieurs facteurs de dégradation des espaces forestiers (incendies, défrichements...etc.).

Au niveau de cette wilaya, quatre sous zones ont été inventoriées par le Bureau National d'études pour le développement rural (Bneder, 1988).

- *Massif forestiers de Sdams Cherguis*
- *Massif forestiers de Sdams Gharb-Nord*
- *Massif forestiers de Sdams Gharbi-Sud*
- *Djebel Nador*

Les formations forestières (forêt, maquis et reboisement) occupent une superficie de 154 200 has correspondant à un taux de boisement estimé à 7.5%. (CFT, 2014).

Du point de vue essences forestières les formations de Pin d' Alep pures sont largement dominantes et occupent une superficie de 41 487 has soit environ 28 % des superficies forestières(CFT, 2014).

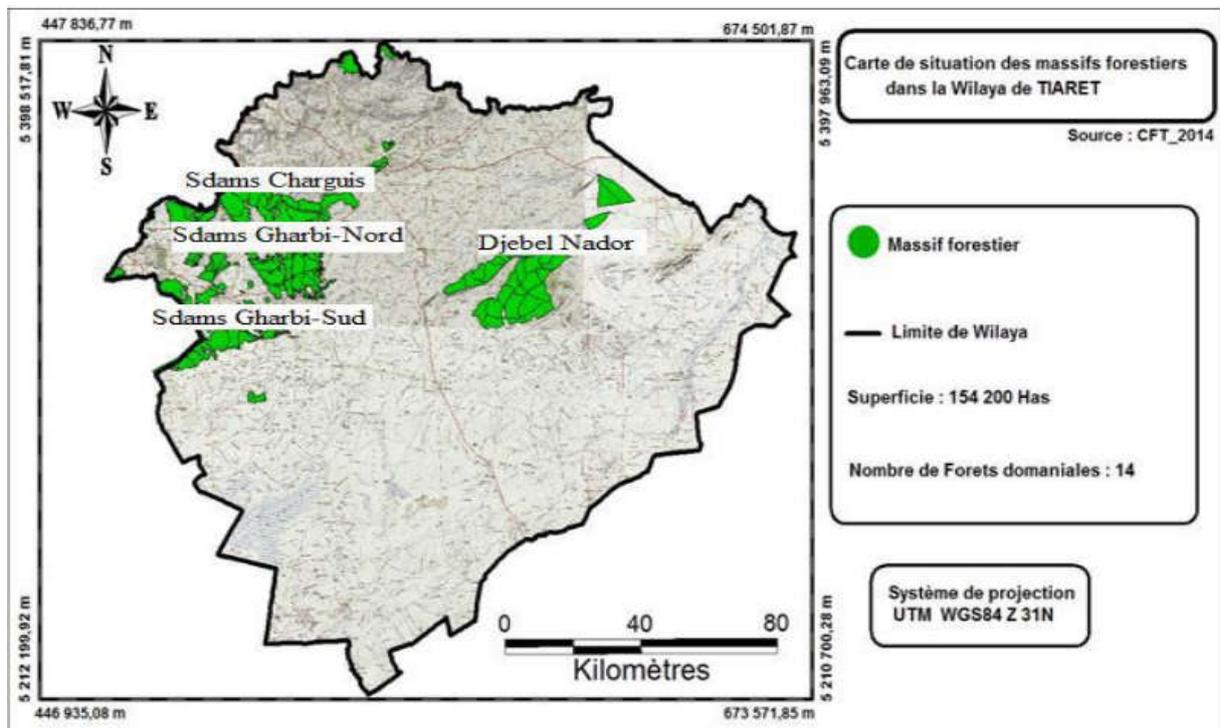


Figure.I.3: Situation des massifs forestiers dans la Wilaya de Tiaret (CFT, 2014).

I.2. Géologie

La géologie est la base de toute étude hydrogéologique. En effet, elle fournit d'importants renseignements sur les formations lithologiques susceptibles de constituer les réservoirs en eaux souterraines.

I.2.1. Géologie régionale

L'Algérie se divise de la méditerranée au Sahara, en quatre unités géomorphologiques. On a : l'Atlas tellien, les Hauts plateaux et Hautes plaines, l'Atlas saharien, les chaînons calcaires littoraux et le Sahara.

Dans la région d'étude, plusieurs grandes structures existent. Cependant, nous feront une brève description des plus importants qui entre en relation avec notre travail. Ainsi, on peut distinguer les monts de Tiaret, le plateau de Sersou et les monts du Nador. (Ouédraogo et Arraria, 2018).

I.2.2. Géologie locale de la zone d'étude

Le cadre géo-structurale mise en place dans cette région est intégré dans un contexte géologique globale très complexe la région d'étude représente la bordure sud tellienne d'un modèle structural tangentiel constitue par des unités de charriage a lithologie très chaotique ces unité de charriage montrent en effet une stratigraphie très hétérogène tantôt a succession normale tantôt a séries renversées

A ce schéma géologique global très complexe s'ajoute une tectonique plissé et cassante importante dont la représentation spatiale rend l'identification et la géométrie des unités hydrogéologiques très difficiles a maîtriser. D'autre part elles sont séparées par des contacts anormaux et ou il est impossible de présenter une succession lithologique type propre a cette région (**ANRH, 2020**).

I.2.1.1. Monts de Tiaret

Ils font partie de la limite méridionale Ouest du massif de l'Ouarsenis. Ces monts sont formés entre autres par les djebels Mahamou, Sidi Maarouf, Bechtout, Ghezoul qui appartiennent déjà à la bordure Sud tellienne, qu'entaillent des oueds tels le Rhiou, l Tiguigest et le Tamda. Sur ces montagnes apparaissent les formations de miocène, de l'oligocène et du Jurassique (Ouedraogo et Arraria, 2018).

➤ **Plateau de Sersou**

Le Plateau du Sersou se présente comme une "vaste dépression allongée Oues-Est, comblée à la fin du Miocène et pendant le Plioquaternaire par des dépôts fluviolacustres arrachés aux massifs de l'Ouarsenis et du Djebel Nador (Ouedraogo et Arraria, 2018).

➤ **Monts du Nador**

*A environ 40 km au Sud -Est de Tiaret, les monts du Nador forment un alignement des reliefs orientés SW-NE qui culmine à 1508 m au Djebel Chemeur. Ils s'étendent sur 45 km environ depuis le Djebel En Nador à l'Ouest jusqu'au Djebel Goudjila à l'Est. Ils se développent dans une zone de transition située entre les Hautes Plaines oranaises au sud et le plateau du Sersou au Nord. Ces monts appartiennent aux domaines pré atlasique. La chaîne du Nador est constituée de terrains jurassiques et laisse apparaître un anticlinal du Trias (argile bariolée, gypse et calcaire) et du Jurassique (calcaire, dolomie et marne) (**DRE Tiaret, 2007**).*

➤ *Chott Chergui*

Cette région se trouve à la lisière méridionale des hauts plateaux. La cuvette de Chott Chergui correspond à un vaste synclinal formé de dépôts Juras Sico-crétacé, orienté N50°E, s'élève lentement vers le Nord en direction des monts de Saida. Des failles et plis locaux de petite taille sont observés au niveau d'Ain Skhouna et soulignent le passage à la chaîne Pré-Atlasienne. Le flanc Sud est traversé par une grande fracture qui met en contact le domaine Atlassien et le domaine Pré-Atlasien (accident Nord-Atlasique). Un épais remblai Miocène Pliocène, peu déformé, est observé dans la plaine du Chott Chergui. Les séries Quaternaires sont de nature lagunaire avec des dépôts argileux, travertins, des encroutements calcaires et gypseux. Le Crétacé inférieur continental au Cénomaniens et Turonien sont observés à l'Est du Chott Chergui (présence de sédiments)(Ouedraogo et Arraria, 2018).

➤ *Plateau d'Ain Deheb*

Le plateau de Ain Deheb occupe la partie méridionale des hauts plateaux steppiques qui descendent vers Chott Chergui et la vallée de l'Oued Touil. Cette région est constituée d'un vaste bassin continental établi sur d'amples structures à plis très doux, comme le synclinal du Chott Chergui, qui marquent le passage de la chaîne du Nadoret des Monts de Saida. Au N-E, le plateau est délimité par des bas-reliefs calcaires très disséqués, essentiellement Jurassico-crétacés, et par de vastes ondulations, de Medrissa à Ain Kermès avec l'interposition superficielle des dépôts continentaux Pliocène, unissent le Djebel Nador aux Monts de Saida; le flanc septentrional du Chott remonte vers les Monts de Saida avec les reliefs des Djebels Hameria, El Chebka et Ain Toul. La limite septentrionale et Nord-orientale du plateau est constituée par la chaîne des Djebels Nador, Rechaiga et Ben Hammed qui, en s'étendant vers le Sud dans le vaste monoclinale des Djebels EzZoubiat et Faid es Sennak(Ouedraogo et Arraria, 2018).

➤ *Piedmont Méridional*

Situé au niveau du passage de la chaîne de l'Ouarsenis aux plateaux; il est constitué des terrains identifiés comme bordure Sud-Tellien. Le long de l'axe Laayoune, Khemisti, Tissemsilt, Dahmouni et Tiaret, le passage du piedmont au plateau du Sersou est représenté par le cours de Nahr Ouassel, tandis que Mina constitue la limite entre le piedmont Méridional et les Monts de Saida, entre Tiaret et Mechraa Sfa. Le piedmont Méridional

constitue un raccordement morphologique entre l'Ouarsenis et les Hauts Plateaux; tandis que, dans la partie centrale orientale, les vallées de Tiguiguest, Temda et de Rahouia interrompent le raccordement morphologique et que l'escarpement du Djebel El Guezoul pose comme bordure Sud-Tellienne. Le socle autochtone des rhyolites du Djebel Bechtout, délimite au Nord le piedmont Méridional(Ouedraogo et Arraria, 2018).

➤ **Domaine Pré-Atlasique**

Couvre particulièrement les zones steppiques. La partie méridionale du territoire repose sur les plis de l'Atlas Saharien, constituée de formations marines et continentales attribuées au crétacé. Entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien s'enclavent des dépressions fermées (Chott Zahrez, Chott Chergui et des Dayas), de formations souvent détritiques Tertiaire et Quaternaire qui reposent sur les séries du secondaire (Ouedraogo et Arraria, 2018).

1.2.3. Lithologie des formations géologiques

D'après l'inventaire stratigraphique dressé par plusieurs géologues et en particulier par **Ficheur, 1970**, la région d'étude est représentée par la succession de terrains allant du Jurassique au Quaternaire. Le terrain constituant la structure du Djebel Guezoul est une superposition de bancs de grés tendres du Miocène surmontant en concordance une assise argileuse de la même formation.

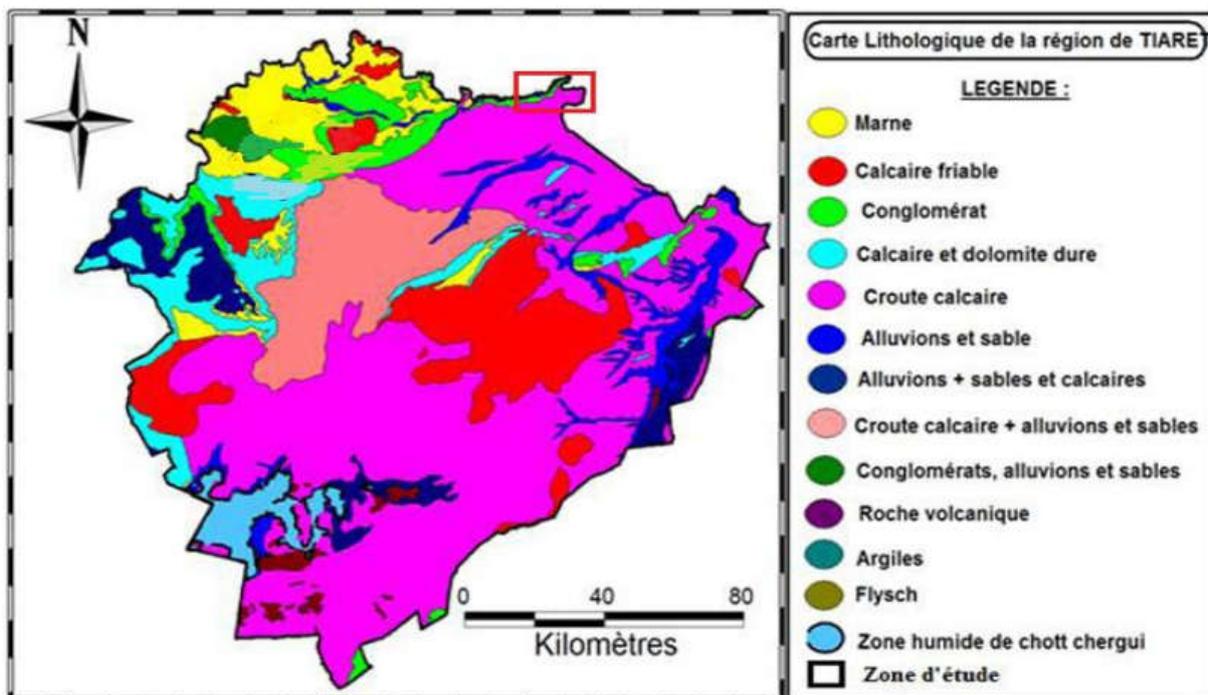


Figure.I.4: La carte lithologique de la région de Tiaret (DRE Tiaret, 2014)

➤ ***Jurassique inférieur-Moyen***

Le Jurassique inférieur et moyen est caractérisé par des calcaires marneux à silex, des marnes, des dolomies cristallines et du calcaire massif et localement dolomitique.

➤ ***Jurassique supérieur***

Le Jurassique supérieur affleure dans les monts de Tiaret au Djebel Bou Rharda (1000m), au Djebel Louza et Djebel Oudia avec des couches subhorizontales. Le Malm est une lithologie composée des argiles, des grès, du calcaire et des marnes. Également, le Kimméridgien présente des dolomies calcaires et des argiles. Enfin, au Tithonien on a des dolomies cristallines, des calcaires et des marnes.

➤ ***Crétacé***

Le crétacé supérieur est caractérisé par une alternance de dépôts marins et continentaux. Il est observé au sud de Tiaret et dans d'autres communes (Mellakou, Medroussa, etc.) avec des formations calcaireuses et des marnes.

Après la régression du crétacé supérieur, il est à nouveau submergé, par les dépôts Eocènes et Oligocènes marins. Les formations continentales nummulitiques sont représentées par des calcaires lacustres, des grès et des conglomérats.

➤ ***Eocène (Yprésien et Lutétien inférieur)***

Ce sont des formations calcaire-marneuse localisé au niveau de l'oued Salenese.

➤ ***Miocène***

Le Miocène supérieur et moyen est constitué par des formations gréseuses correspondant à la région Mechraa Sfa. Le Miocène Inférieure est représenté par le Burdigalien où l'on a toujours des formations gréseuses puis du conglomérat et des marnes.

➤ ***Dépôts du Plio-Quaternaire***

Ils sont constitués de cailloutis (grès et conglomérats) et marne.

➤ ***Quaternaire***

De l'Holocène, on assiste à des dépôts continentaux tels des alluvions récentes, des alluvions des terrasses anciennes, des dépôts de daïas et des croutes de calcaires au plateau de Sersou. Ces dépôts de formation récente proviennent de la désagrégation de la roche mère et sont composés de divers éléments (sables, galets et cailloutis) de taille grossière. L'épaisseur de ceux-ci varie en fonction de la topographie du terrain.

Etage	Coupe stratigraphique	Epaisseur	Lithologie
Plio Quaternaire		10 m	Alluvions
Miocène inférieur		40 m	Conglomérats+Argiles
Sénonien		35 m	Calcaires à gypse
		100 m	Dolomies cristallines
		100 m	Marno-calcaires
		50 m	Calcaires graveleux
Turonien		100 m	Dolomies calcaires
Cénomaniens		150 m	Calcaires marneux fissurés
		30 m	Dolomies+ calcaires
		10 m	Lumachelles
		150 m	Argiles gréseuses
Crétacé inférieur		100 m	Grés
Jurassique supérieur		20 m	Dolomies cristallisées

Figure.I.5 : Coupe Litho-stratigraphique locale de Tiaret (Bouchentouf, 1982)

I.2.4. Aperçu Tectonique

Les grandes lignes tectoniques de la région sont situées au niveau des monts de Tiaret, du Djebel Nador et sont régies par des faciès du Secondaire et Tertiaire. Le plateau du Sersou qui correspond à un vaste synclinal, est comblé par des dépôts Tertiaires à continentaux. Il est Limité au Sud par le vaste anticlinal du Nador où le Centre est

marqué par un accident tectonique majeur de direction SW-NE faisant 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. **(Belhakem et Salah, 2015)**.

Des formations souples viennent s'ajouter à la tectonique en écaillés cassantes où l'ensemble des plissements Jurassiques et Crétacés présente une orientation générale SW-NE qui se noie sous les formations Tertiaires du Nord.

I.2.5. Relief de la wilaya

Le nord qui coïncide en gros avec l'ensemble tellien, regroupe la vallée de la Mina et les monts de Tiaret. Ces monts constituent une zone collinaire et montagneuse dont le plus important est le Djebel Guezoul qui culmine à plus de 1200 m et s'oriente suivant la direction Sud-Ouest Nord-est. Le relief est accidenté, avec des versants raides et fortement entaillés par de profonds ravins ; A cela s'ajoute à l'est, le plateau de Sersou qui est une bande étroite plus ou moins tabulaire marquant une transition vers le domaine steppique. L'altitude moyenne est de 950m, et il se caractérise par une succession de cônes de déjection, de pentes moyennes à faibles.

Le sud correspond aux zones steppiques avec des sous espaces : le massif du Nador, le secteur oued Sousselem, Rechaiga, la vallée d'oued Mina avec ses affluents, la zone des expérimentations d'aménagement de la steppe, la sous zone périphérique du Chott Cherguiabritant le périmètre aménagé d'Ain Skhouana et les sebkhas. **(Ouedraogo et Arraria, 2018)**.

I.2.6. Pédologie

Le sol reste l'élément principal de l'environnement, qui règle la répartition des espèces végétales.

La mise en place du climat, de la végétation et des sols méditerranéens est très ancienne et très complexe. Elle commença au début du quaternaire et s'affirme à partir de l'holocène. Il s'agit dans ce contexte de sols anciens selon le concept de **(Duchaufour, 1983)** c'est-à-dire des sols ayant évolué pendant plus de dix milles ans, avec des phases d'accélération et de ralentissement, mais dont le processus fondamental est resté pratiquement le même pendant toute la durée de l'évolution. Les sols les plus répandus sur les monts de Tiaret sont **(CFT, 2014)**.

- Les sols marneux.

- *Les sols calcaires et dolomites dures.*
- *Les sols calcaires friables.*
- *Conglomérat, alluvions et sables.*

Conclusion

la zone d'étude fait partie de la wilaya , elle se situe au Nord de Tiaret

Où la superficie de la commune de Guertoufa est estimée à 180,51 km et est classée comme zone rurale parcequ'elle dépend de l'agriculture et du pâturage.Elle est caractérisé par des aspects géomorphologique variés de point de vue topographique. elle est caractérisé par une surface relativement plane a une altitude moyenne de 911m .

Par la suite nous allons traite le chapitre hydro climatologie.

Chapitre II

Climatologie

Introduction

Dans ce chapitre, on s'intéresse par l'étude de régime climatique de la région de Tiaret .

Les facteurs climatiques jouent un rôle très important dans le comportement hydrogéologique des aquifères , aussi les précipitations par leur efficacité permettent le remplissage des aquifères. D'autres facteurs climatiques (température, vent, évapotranspiration) jouent un rôle opposé à celui des précipitations.

Pour mener a bien cette étude du climat, nous disposons des données de précipitations et de températures de la station météorologique d'Ain Bouchékif situé à 24 km de la zone d'étude (guertoufa).

Tableau II.1: Les caractéristiques de la station d'Ain Boucekif (1990-2020)

Station	Latitude	Longitude	Altitude(m)	Période
Ain Bouchekif	X	Y	976	1990_2020
	35°20'44"N	2°18'36"E		

II.1. Etude des précipitations

La pluie est un facteur très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement sur le régime des cours d'eau, ainsi que celui des nappes.

Dans ses études sur le climat de l'Algérie ; "P.Seltzer" a montré que la répartition des pluies obéit aux deux lois :

- la hauteur de pluie augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur les

versants exposés aux vents humides que sur les autres.

Elle augmente de l’Ouest vers l’Est : la cause doit être dans le régime des vents et la forme même de la mer méditerranéenne ; elle diminue à mesure qu’on s’éloigne de littoral.

L’étude de Chaumont et Paquin (1913-1963) a montré que les isohyètes se resserrent autour des massifs, alors que dans la plaine elles se relâchent. (Ait ameur

Meziane, 2015).

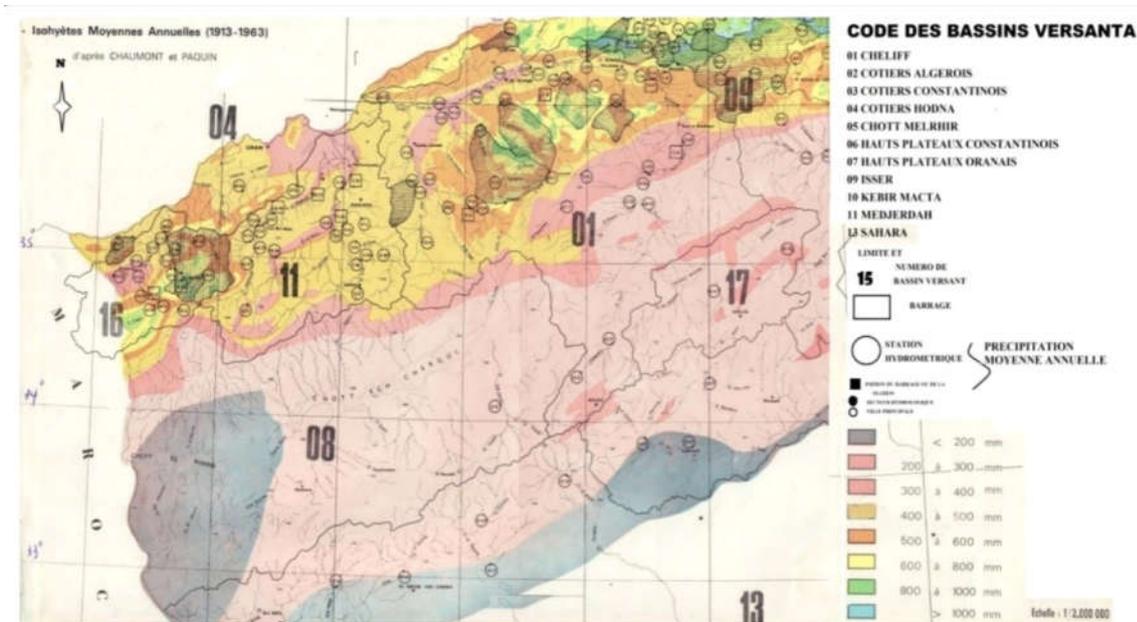


Figure II.1: Carte des isohyètes moyennes annuelles (1913-1963), d’après Chaumont et Paquin

II.1.1. Précipitations moyennes mensuelles :

Nous avons pu disposer des données de précipitations moyennes mensuelles enregistrées au niveau de la station (1990-2020) (tableau 02).

Les données recueillies de la station, nous ont permis de constater (Tableau 04) que, les mois les plus pluvieux sont ceux de Janvier (46,28 mm) et Février (42,43 mm) et Mars (41,94 mm) par contre les mois les secs sont Juillet (4,08 mm) et Aout (10,08 mm).

Tableau II.2: Les précipitations moyennes mensuelles (mm)de la station d’Ain Bouchekif (1990_2020)

Anneé	sep	oct	nov	dec	Jan	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	aout
Précipitations moyennes mensuelles (mm)	31.229	35.7452	41.2484	40.9129	46.2839	42.4355	41.9452	43.771	30.4161	11.2677	4.08065	10.0871

- L’histogramme, donnent un aperçu sur les variations mensuelles des précipitations dans la région d’étude.

Janvier est le mois le plus pluvieux où on a enregistré une moyenne de l’ordre de

46,28 mm . par contre le plus sec est le mois de juillet auquel on note une moyenne de

l’ordre de 4,08 mm.

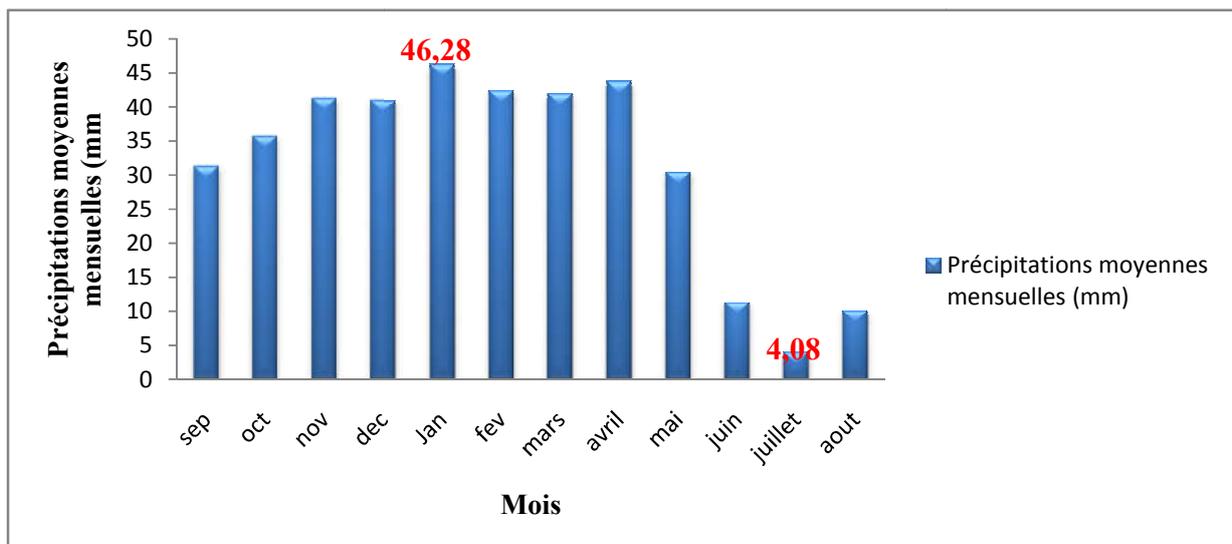


Figure II.2: Les Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la station d’Ain Boucekif (1990_2020).

II.1.2.Précipitation saisonnier :

Tableau II.3: Précipitations saisonnière de e station d’Ain Boucekif,2020entre (1990-2020)

Automne		Hiver		Printemps		Eté	
Sep-oct-nov		déc-jan-fév		Mar-Avr-Mai		Juin-Juil-Aout	
P (mm)	P(%)	P (mm)	P(%)	P (mm)	P(%)	P (mm)	P(%)
108,22	28,52	129,63	34,17	116,13	30,61	25,44	6,70

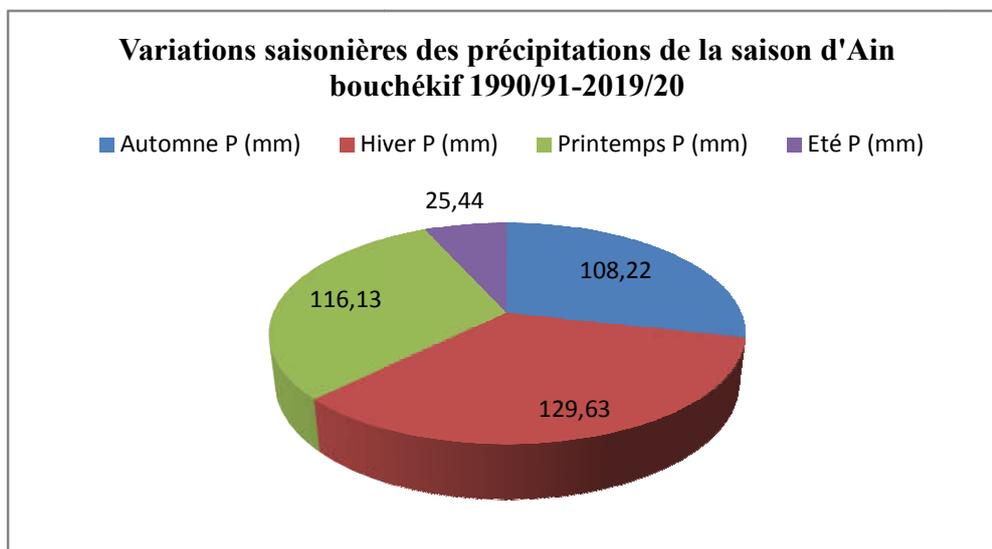


Figure II.3 : Précipitation saisonnier des précipitations de e station d’Ain Boucekif,2020

Les précipitations sont réparties de façon inégale durant les saisons.

- Une période plus pluvieuse qui correspond au mois de septembre jusqu'à mai , C'est-à dire (Automne, Hiver et Printemps) avec une moyenne maximale de 129,63 mm (en hiver).

- Une période moins pluvieuse qui correspond aux mois de Juin, Juillet et Aout (la saison sèche) avec une précipitation moyenne de l'ordre de 25.44mm(enété).
- Automne (Septembre , Octobre, Novembre).....108,22 mm
- Hiver (Décembre , Janvier, Février).....129,63 mm
- Printemps (Mars , Avril , Mai)..... 116,13 mm
- Eté (Juin, Juillet ,Aout).....25,44 mm

II.1.3. Variations interannuelles des précipitations

Dans le tableau n° 05 sont mentionnées les précipitations annuelles de la station d'AinBouhekif , A fin de caractériser la variation des données des précipitations mensuelles,

on utilise le «coefficient pluviométrique» qui permet de distinguer les années excédentaires de celles déficitaires Il est déterminé par la formule suivante:

$$/ \quad C_p = \frac{P}{p \text{ moy}}$$

Sachant que :

CP : coefficient pluviométrique.

P : pluviométrie interannuelle en (mm).

Pmoy : pluviométrie moyenne annuelle de la période considérée en (mm).

Nous avons deux cas :

- Si $C_p > 1$: Année excédentaire (AE).
- Si $C_p < 1$: Année déficitaire (AD).

Tableau II.4: Précipitations interannuelles et Coefficients Pluviométrique
(Cp) de la Zone d'étude (1990_2020).

Année hydrologique	Lame d'eau précipitée (mm)	CP	Observation
1990/1991	328.1	0,86	AD
1991/1992	371.3	0,97	AD
1992/1993	317.8	0,83	AD
1993/1994	267.6	0,70	AD
1994/1995	334.4	0,88	AD
1995/1996	290.8	0,76	AD
1996/1997	456.7	1,20	AE
1997/1998	542.6	1,43	AE
1998/1999	252.5	0,66	AD
1999/2000	363.4	0,95	AD
2000/2001	242.8	0,63	AD
2001/2002	317.3	0,83	AD
2002/2003	322.2	0,84	AD
2003/2004	466.7	1,23	AE
2004/2005	379.2	0,99	AD
2005/2006	272.5	0,71	AD
2006/2007	359.3	0,94	AD
2007/2008	362.7	0,95	AD
2008/2009	418.9	1,10	AE
2009/2010	558.6	1,47	AE
2010/2011	492	1,29	AE
2011/2012	389.3	1,02	AE
2012/2013	412.1	1,08	AE
2013/2014	539.9	1,42	AE
2014/2015	547.1	1,44	AE
2015/2016	288.2	0,75	AD
2016/2017	349.3	0,92	AD
2017/2018	303	0,79	AD
2018/2019	615.5	1,62	AE
2019/2020	331.5	0,87	AD

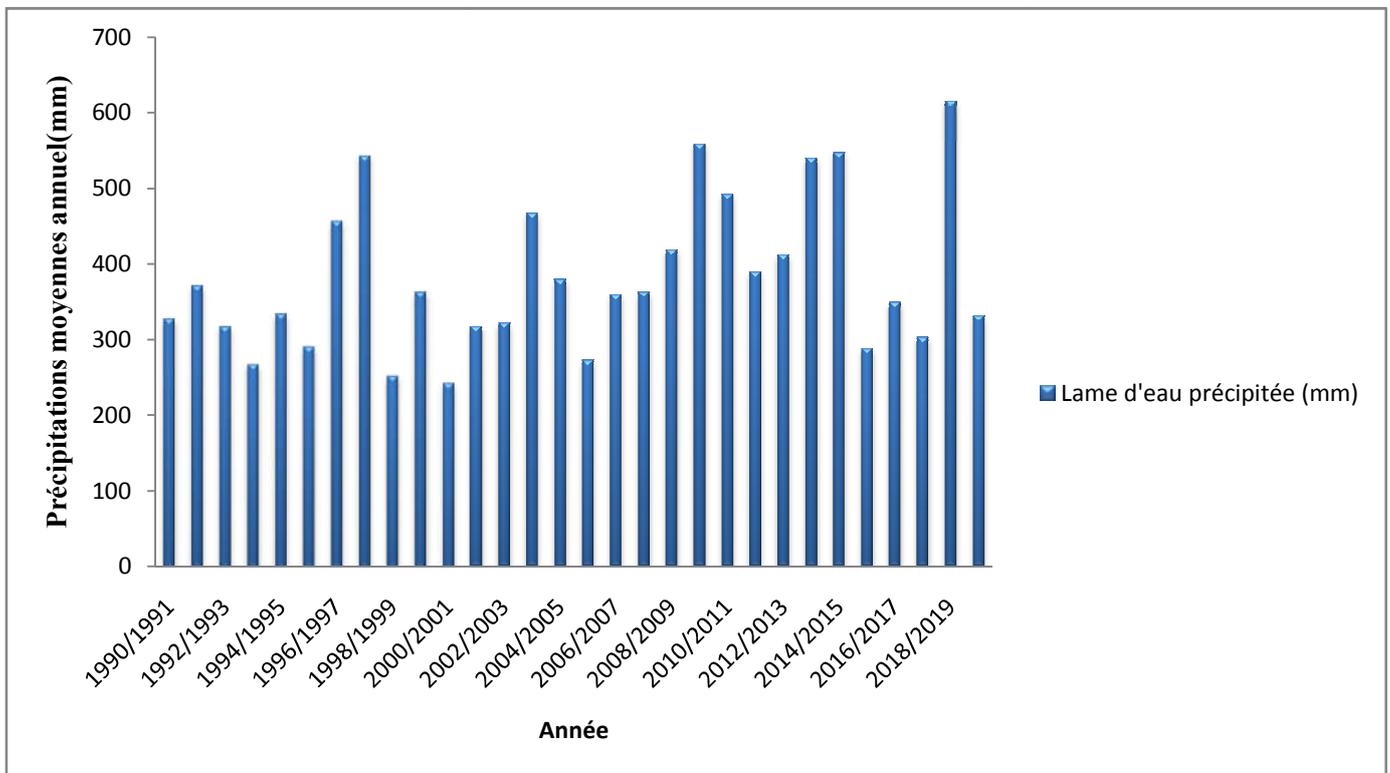


Figure II.4 : Répartition des Précipitations interannuelles de la région d'étude (1990-2020).

L'analyse de la courbe des variations interannuelles des précipitations sur une période de 30 ans, montre que l'année 2018/2019 est l'année la plus arrosée avec 615,5 mm/an par contre l'année 2000/2001 est la plus sèche avec 242,8 mm/an. La moyenne des précipitations interannuelle est de 379.42 mm.

IL y a 11/30 ans des années excédentaires, et 19/30 ans des années déficitaires.

II.2. Température

II.2.1. Les températures moyennes mensuelles

La température est un facteur important du climat . Elle joue un rôle déterminant dans l'étude de l'évaporation et de l'évapotranspiration Cette dernière est aussi un paramètre indispensable pour l'estimation du bilan hydrologique.

les données relevées au niveau de la station d'Ain Bouchekif de l'année 1990 jusqu'à 2020. Elles sont analysées et présentées dans **(le tableau 05)**.

**Tableau II.5: Les températures moyennes mensuelles de d’AinBouche kif
2020.(1990-2020)**

Année	sep	oct	nov	dec	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juillet	aout
Températures moyennes mensuelles (C°)	21.17	16.21	10.34	6.89	5.81	6.94	9.45	12.10	16.76	22.49	26.68	26.68

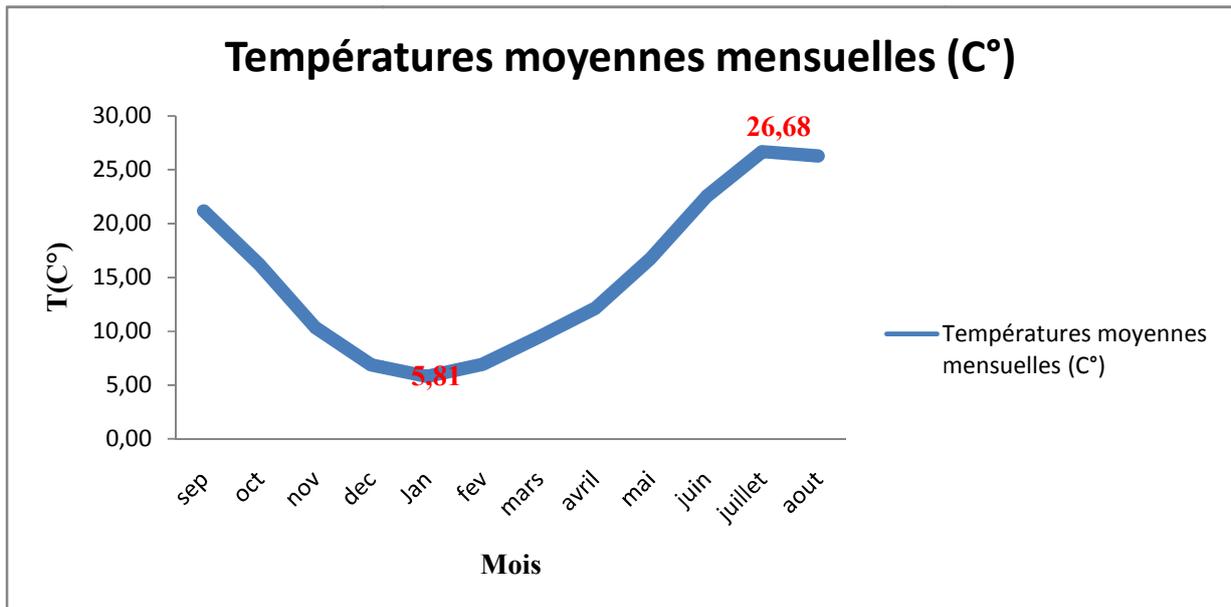


Figure II.5 : Variations mensuelles des températures station Ain Bouche kif (1990-2020).

La courbe montre que la température est élevée dans les mois(Juin Juillet et Aout) Jusqu’a 26,68° et la température est basse dans les mois (janvier, février et mars) jusqu’a 5,81°.

II.2.2. Diagramme ombrothermique

Selon **Bagnoulset Gausсен** un mois est sec, si le total mensuel des précipitations (P), exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température mensuelle (T) en °C ($P \leq 2T$). Cette approche leur a permis d’établir des diagrammes ombrothermiques, pour l’évaluation de la durée de la saison sèche.

A partir des valeurs de la température moyenne mensuelle et la précipitation moyenne mensuelle pour la période (1990-2020) (Tableau 7), le diagramme Ombrothermique a été établi.

D’après le diagramme Ombrothermique , il ya deux périodes bien distinctes :

- Une période Sèche qui s’étend de mois d'Octobre jusqu’à le mois de avril
- Une période Humide qui d’étalant de le mois de avril jusqu’à le mois d’octobre.

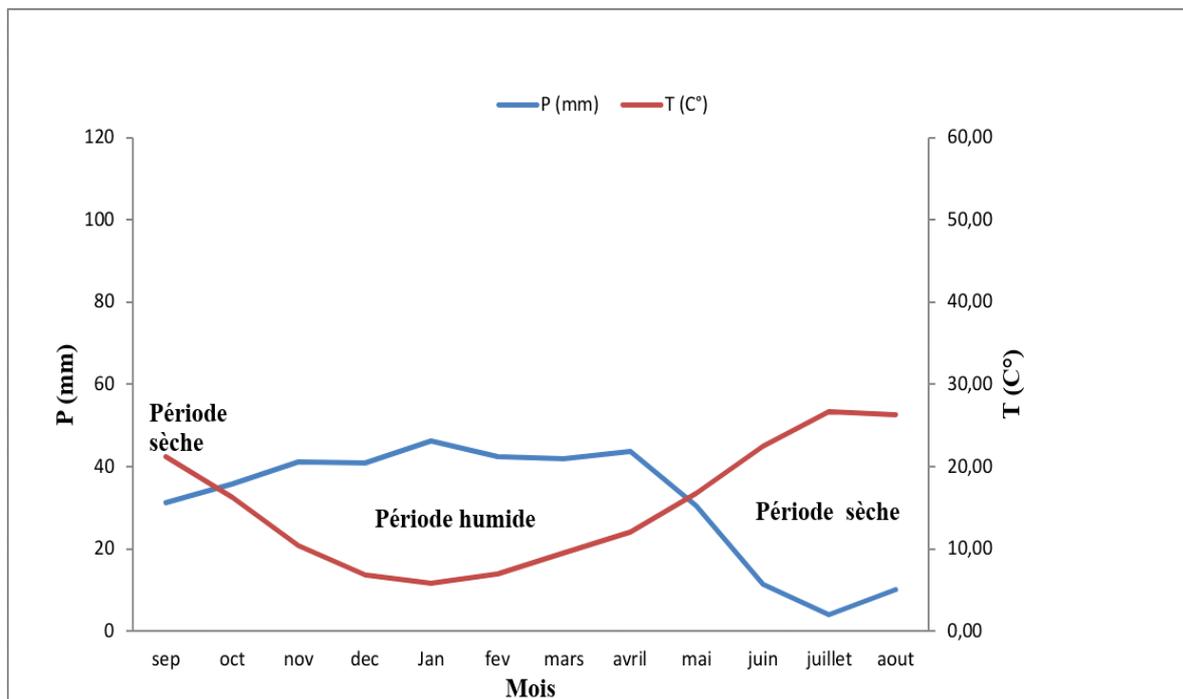


Figure II.6:Diagramme Ombrothermique de la station d'Ain Boucekif (1990_2020).

II.3. Indices climatiques

II.3.1. Indice d’aridité de MARTONNE 1923

En 1926 a défini un indice d’article utile pour évaluer l’intensité de la sécheresse exprime par la relation suivante:

$$I=P/T+10$$

Où :

I : Indice d’aridité annuel ;

P : précipitation moyenne annuelle en mm; $P = 379,42$ mm.

T : Température moyenne annuelle °C ; $T = 15,09$ °C.

$$P = 379,42 \text{ mm}$$

$$I = 15,12$$

$$T = 15,09 \text{ (°C)}$$

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).

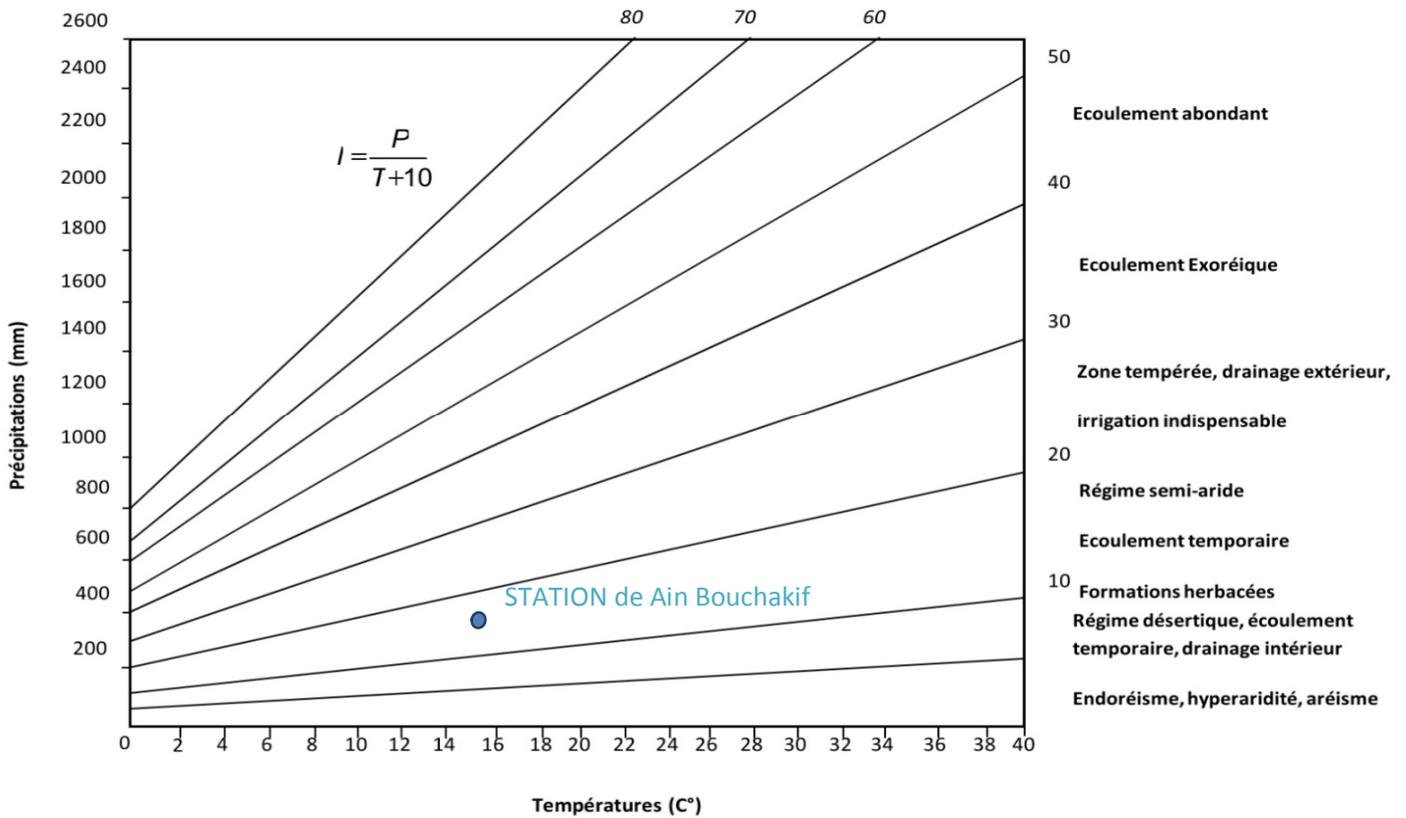


Figure II.7 : Abaque de l'Indice d'aridité Annuel de DE Martone, 1923. de la station Ain Bouchekif(1990-2020).

■ Donc La région d'étude se trouve dans une zone semi-aride (**Figure II.7**) à écoulement temporaire.

II.3.2. Le diagramme d'Emberger

Pour préciser le climat de la région nous allons utiliser le climagramme de L. Emberger sur lequel nous avons reporté les données des stations choisies, avec en abscisse la moyenne des températures minimales de la saison froide (en °C), et en ordonnée Q_2 donné par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Où :

Q^2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

M^2 : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré absolu ($^{\circ}\text{K}$).

m^2 : moyenne des minima du mois le plus froid en degré absolu ($^{\circ}\text{K}$).

P : précipitations moyennes annuelles en (mm).

Ce diagramme est utilisé pour la situation du climat de la région étudiée, où nous avons :

$$\left. \begin{array}{l} M = 5,68 + 273,15 = 299,83^{\circ}\text{K}. \\ m = 5,81 + 273,15 = 278,96^{\circ}\text{K}. \\ P = 379,42 \text{ mm} \end{array} \right\} \Longrightarrow Q^2 = 62,82$$

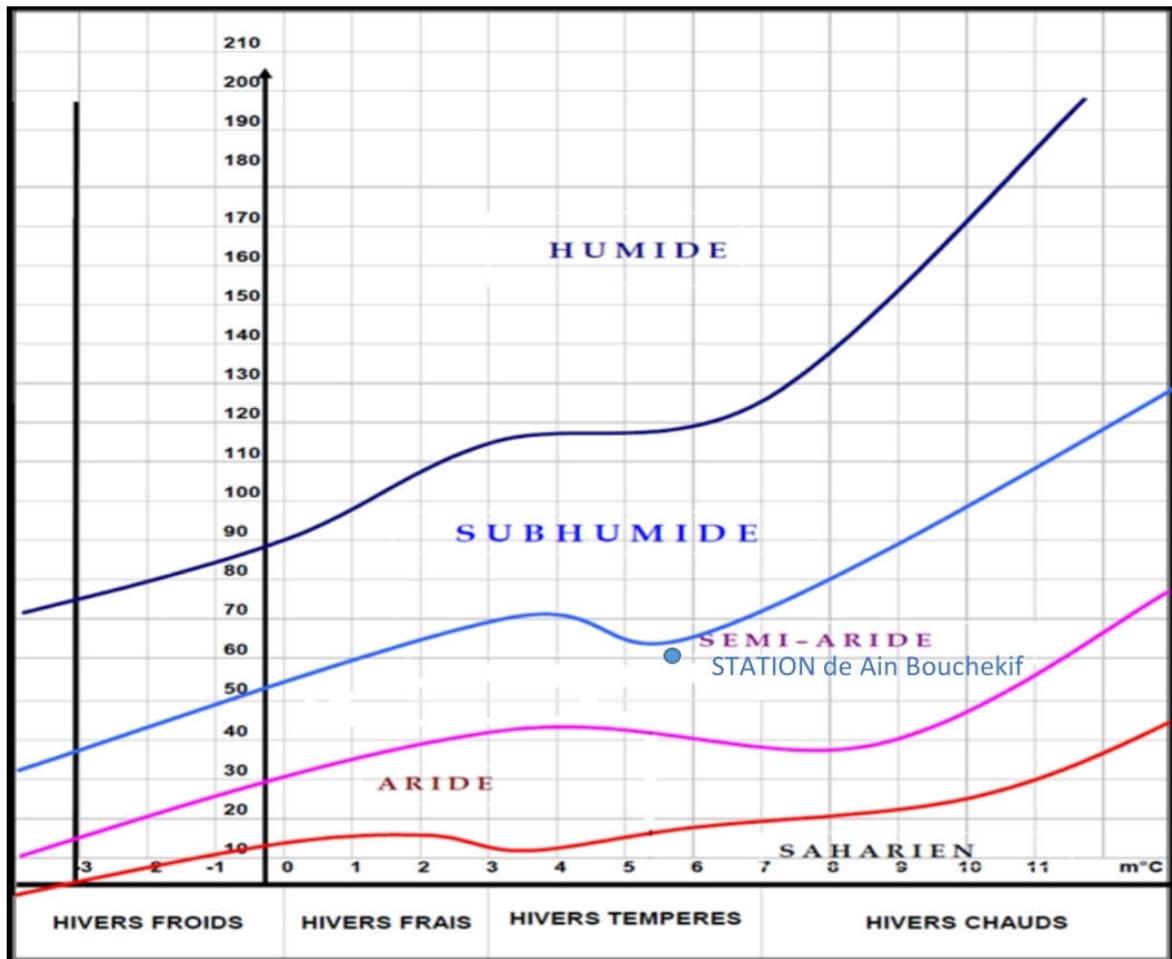


Figure II.8: Climagramme d'EMBERGER de station de Ain Bouchekif.

- Donc la région d'étude a un climat de type Semi-aride

II.4. Bilan hydrique

Le bilan hydrique est l'étude comparée de la lame d'eau précipitée sur une surface donnée et des différentes formes de transfert de cette eau: soit par écoulement, infiltration ou évaporation.

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

$$P = R + ETR + I$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

R : ruissellement de surface moyen annuel (mm).

E : évapotranspiration moyenne annuelle (mm).

I : infiltration moyenne annuelle (mm).

II.4.1.Évapotranspiration

L'évapotranspiration est l'ensemble des phénomènes d'évaporation et de transpiration. Le terme Évapotranspiration englobe deux types :

II.4.1.1. Évapotranspiration potentielle (ETP)

C'est la somme des quantités d'eau qui peuvent s'évaporer et transpirer sur une surface donnée et pendant une période bien définie en considérant des apports d'eau suffisant. ETP est estimée par la formule de «C.W.Thornthwaite» proposée en 1948 et basée essentiellement sur les températures de l'air.

$$ETP = 16 (10T/I)^a K$$

$$i = (T/5)^{1.5}$$

$$I = \sum i \quad a = (1.6/100) I + 0.5$$

Avec :

T : Température moyenne du mois considéré en °C

ETP : Évapotranspiration potentielle du mois considéré en mm

K : coefficient de correction de la latitude, I : indice thermique annuel.

i : indice thermique mensuel.

L'ETP est estimée à 893,02mm/an (voir tableau bilan).

- si pour un mois $P > ETP$ on pose que :

$$ETP = ETR,$$

La quantité d'eau qui reste (P-ETR) va enrichir la RFU jusqu'à une valeur max de (50 mm) 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.

II.4.1.2. Évapotranspiration réelle (ETR)

Elle est aussi appelée déficit d'écoulement, l'ETR représente la quantité de vapeur effectivement exportée vers l'atmosphère par les sols et les végétaux.

Elle est déterminée par plusieurs formules entre autres celles de Thornthwaite et Turc.

- **La formule de Turc(1961)**

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

Avec ;

ETR : évapotranspiration réelle en mm/an.

P: hauteur annuelle de pluie en mm.

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

$$L = 300 + 25t + 0.05t^3$$

t : température annuelle en °C.

Pour notre région : **P = 379,42 mm** , **t = 15,09 °C**

$$L = 300 + 25(15,09) + 0.05(15,09)^3 = 849,05$$

$$ETR = 309,41 \text{ mm}$$

- la méthode de **C.W.Thornthwaite**. Pour calculer l'évapotranspiration réelle. On distingue

Trois principaux cas :

- $P > ETP$ donc $ETR = ETP$.
- $P < ETP$ et alors $ETR = P + RFU$.
- $P < ETP$ et la $RFU = 0$ et $ETR = P$.

Le tableau suivante (bilan hydrique) est résumé les résultats des calculs.

II.4.2. Le Ruissèlement:

Le ruissellement de surface est la quantité d'eau ,qui au cours d'une précipitation

Échappe à l'infiltration et l'évapotranspiration. Il dé fin i a vec la formule de

«**Tixeront- Berkaloff**»

On a: $P < 600$ mm

Donc : $R = P^3 / 3(ETP)^2$

Avec:

R : Ruissellement en(m).

P : Précipitation moyenne annuelle en(m).

ETP : Evapotranspiration potentielle en (m).

Pour la station d'Ain Bouchekif:

$$R = (379,42)^3 / 3(1022,5)^2 R = 17,41 \text{ mm}$$

II.4.3. L'Infiltration

$$P = ETR + R + I$$

$$I = P - ETR - R$$

$$I = 379,42 - 309,41 - 17,41 \quad I = 52,6 \text{ mm}$$

Tableau II.6 : Le bilan hydrique de C.W.Thornthwaite de la station d'AinBoucekif(1990-2020)

Mois	T(°C)	IT	CL	ETP	P(mm)	BH	CH	VR	RFU	ETR	Def	Exc
S	21.17	8.89	1.03	123.06	31.22	-91.84	-0.75	0.00	0.00	31.22	91.84	0.00
O	16.21	5.93	0.97	71.48	35.74	-35.74	-0.50	0.00	0.00	35.74	35.74	0.00
N	10.34	3.00	0.86	28.09	41.24	13.15	0.47	13.15	13.15	28.09	0.00	0.00
D	6.89	1.62	0.81	12.69	40.91	28.22	2.22	28.22	41.38	12.69	0.00	0.00
J	5.81	1.26	0.87	10.01	46.28	36.27	3.62	8.62	50.00	10.01	0.00	27.65
F	6.94	1.64	0.85	13.49	42.43	28.94	2.15	0.00	50.00	13.49	0.00	28.94
M	9.45	2.62	1.03	28.58	41.94	13.36	0.47	0.00	50.00	28.58	0.00	13.36
A	12.1	3.81	1.10	47.75	43.77	-3.98	-0.08	-3.98	46.02	47.75	0.00	0.00
M	16.76	6.24	1.21	94.72	30.41	-64.31	-0.68	#####	0.00	76.43	18.29	0.00
J	22.49	9.74	1.22	162.62	11.26	-151.36	-0.93	0.00	0.00	11.26	151.36	0.00
J	26.68	12.62	1.24	225.18	4.08	-221.10	-0.98	0.00	0.00	4.08	221.10	0.00
A	26.27	12.33	1.16	204.83	10.08	-194.75	-0.95	0.00	0.00	10.08	194.75	0.00
Annuel	15.1	69.71		1022.50	379.36	-643.14			250.55	309.41	713.09	69.95

❖ **Les formules de vérification :**

$$P = ETR + EXD$$

$$P = 309,41 + 69,95 = 379,36 \text{ mm}$$

$$EXD = I + R$$

$$EXD = 52,6 + 17,41 = 69,95 \text{ mm}$$

$$ETP = ETR + DEF$$

$$ETP = 309,41 + 713,09 = 1022,05 \text{ mm}$$

II.5. Interprétation du bilan hydrique

Nous constatons qu'à partir du mois de Novembre jusqu'au mois de Avril les précipitations deviennent supérieur à ETP ce qui permet la reconstitution de la R.F.U. qui est à son maximum (50 mm) aux des mois (janvier, février, Mars).

Le déficit agricole débute à partir du mois de Septembre avec une valeur 91,84 mm et Octobre

avec une valeur 35,74 mm jusqu'à et atteint son maximum au mois Mai jusqu'au mois d'Août avec une valeur de 194,75 mm.

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

Conclusion

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

- ❖ La Température moyenne annuelle de **15,09°C**.
- ❖ Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de **379,42** mm à la station de Ain Bouchekif.
- ❖ L'**E.T.P** moyen calculé est de **1022,5** mm.
- ❖ L'**ETR** ou déficit d'écoulement qui est égale à **309,41** mm.
- ❖ Le ruissellement et l'infiltration (**R+I**) = **69,95** mm.

Chapitre III
Hydrogéologie et
Hydrologie

Introduction

L'hydrogéologie se spécialise dans la recherche et l'exploitation des eaux souterraines à usage domestique ou industriel et étudie comment les matériaux géologiques influencent la circulation et la qualité des eaux souterraines.

Dans ce chapitre, nous allons d'une part présenter les principaux aquifères déjà identifiés dans la wilaya de Tiaret et d'autre part, nous étudierons les caractéristiques hydrogéologiques et hydrologiques des eaux de la zone d'étude.

III.1. Hydrogéologie

La région de Tiaret est limitée par la vallée du Cheliff au Nord, par les Monts de Frenda à l'Ouest, par le bassin du Chott Chergui au sud, et par le plateau du Sersou à l'Est.

La région est constituée par :

- L'unité tertiaire tellienne formant la terminaison SE du massif de l'Ouarsenis. Elle est constituée surtout de terrains marneux très plissés, et fracturés. Les niveaux aquifères sont rares, et surtout peu importants.

On note cependant l'existence d'une bande de terrain grésocalcaires s'allongeant d'ouest en Est près de Tiaret, et qui semble contenir une nappe se manifestant par des sources de quelques litres-secondes. Compte tenu de la structure des couches (anticlinal), il s'agit de nappes perchées.

- L'unité Jurassique, formée par de puissantes assises grésodolomitique du Jurassique supérieur.

Ces sont des terrains quasi-horizontaux entaillés par de larges vallées, notamment dans la partie ouest (région de Frenda).

Ces formations contiennent quelques nappes perchées, donnant naissance à de petites sources de faible débit.

- L'unité Crétacé, représentée par le Crétacé inférieur et moyen constitué de marnes et de grès, et le Crétacé supérieur calcaréo-dolomitique. Ce dernier renferme au sud de Tiaret une

nappe aquifère qui s'étend jusqu'au plateau du Sersou. Les ressources en eau de la région de Tiaret seraient de l'Ordre de 34.5 Hm³/an (ANRH, 2009).

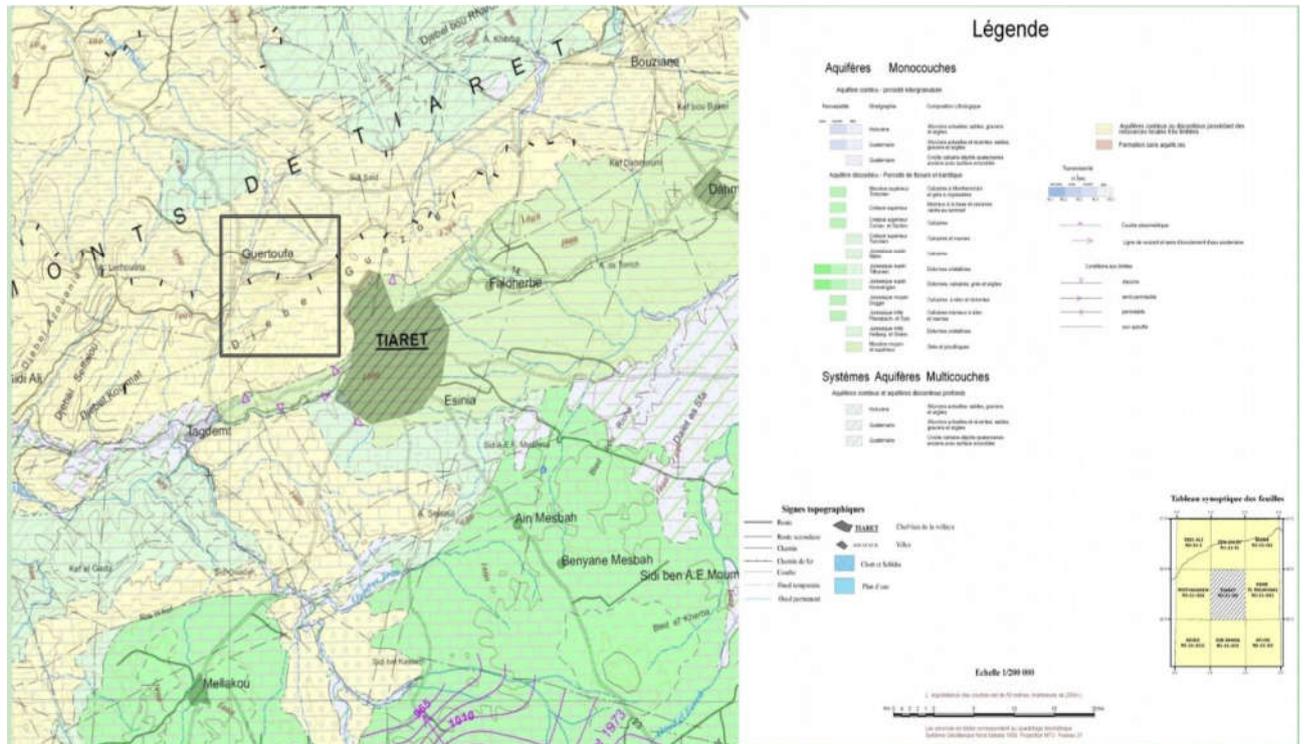


Figure III.1 : La carte de réseau hydrogéologique de la wilaya de Tiaret(NARH,2010)

III.1.1. Zone Nord

Elle constituée par le cœur du massif de l'Ouarsenis ; son piedmont Sud sont les monts de Tiaret et de la vallée de la Mina qui se trouvent à l'aval du Barrage Bakhadda. La limite Sud est matérialisée par l'oued Nahr Ouassel, à l'Est de Tiaret et de l'oued Mina de Tagdempt.(ABH 2014).

III.1.2. Zone Ouest

Elle comporte les bassins de l'oued Taht, oued Abd et le versant Nord du ChottChergui. Les terrains aquifères de cette zone sont les dolomies et les calcaires du Jurassiquemoyen et inférieur. (ABH 2014)

III.1.3. Zone Est

Elle comprend le plateau du Sersou et la plaine de Ksar chellala. Elle est limitée au Nord par la vallée de l'oued Nahr-ouassel, à l'Est par les oueds TouiLOuerk, à l'Ouest par laremontée des marnes miocènes dans la région de Sidi el-haoues. (ABH 2014).

III.1.4. Vallée du Touil :

L'aquifère principal est le continental intercalaire.

III.1.5. Monts de Chellala

Ils se localisent entre la plaine de Ksar chellala au Nord, et la Vallée de l'Oued Touilau Sud. Ils correspondent à un horst formé de terrain Jurassique essentiellement des calcaireset des dolomies du Kimméridgien et du Portlandien-Tectonique. (ABH 2014)

III.1.6. Vallée de la haute Mina

Elle joue le rôle de drain naturel des terrains calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé qui forme son bassin versant. (ABH 2014).

III.1.7. Aperçut des aquifères dans la wilaya de Tiaret

Les nombreuses études hydrogéologiques (géologiques, géophysiques, etc.) et les informations obtenues à travers les ouvrages de mobilisation (forages, puits, source...) ont permis l'identification de la grande majorité des aquifères de la région. Ainsi, l'on pourrait résumer les principaux aquifères de la manière suivante (ABH 2014).

III.1.7.1 Dolomies Kimméridgiennes

Les dolomies du Kimméridgien sont parmi les meilleurs aquifères de la région du fait de leur bonne perméabilité. L'épaisseur de l'aquifère varie de 200 à 300 m et peut présenter un changement de faciès et passer à des marnes en profondeur. 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 au calcaire du Jurassique supérieur (Mehaiguene, 2007).

III.1.7.2. Calcaires et grès du Tithonique

Il s'agit d'un aquifères de perméabilité irrégulière mais étant donnée son extension, elle constitue une réserve importante (Mehaiguene, 2007).

III.1.7.3. Grès du barrémien – Aptien – Albien

Cet ensemble est vraisemblablement l'aquifère profond le plus intéressant et le plus directement exploitable dans la majeure partie de la région étudiée sous le recouvrement miocène (Mehaiguene, 2007).

III.1.7.4. Grès du Miocène inférieur

Les grès miocènes sont reconnus par de nombreux forages et puits dans la partie Nord du plateau de Sersou. Ils alimentent une série de sources, le long de la vallée de l'Oued Nahr Ouassel (Débit de 0.005 à 1.5 l/s) et ont une perméabilité dite médiocre (Mehaiguene, 2007).

III.1.7.5. Dépôts du Plio-quaternaire

Les dépôts grossiers de recouvrement Plio-quaternaire constituent un aquifère peu profond. Ces sables, poudingues et conglomérats peuvent atteindre 70 à 100 m. Ils sont atteints par un grand nombre de puits et forages et reposent parfois sur les marnes imperméables du Miocène. Cependant du fait de la discordance sur les formations antérieures, ils peuvent se trouver en liaison directe avec les grès barrémiens–Albiens (Mehaiguene, 2007).

III.1.8. Formation aquifère de la zone d'étude

- L'aquifère discontinu à la roche carbonatée – calcaires. L'aquifère est libre et captif, porosité fissurée, perméabilité moyenne.
- L'aquifère de grès Aquifères discontinus et continus, perméabilité faible (ANRH, 2010).

III.2. Hydrologie

(Direction de l'Hydraulique, 2014), les nappes aquifères reconnues à travers le territoire de la Wilaya recèlent d'importantes ressources hydriques dont 53% sont utilisées au profit de l'alimentation en eau potable, à l'irrigation et l'alimentation des unités industrielles.

Ces nappes sont mal délimitées et mal quantifiées. Elles nécessitent un bilan hydrogéologique et un suivi rigoureux.

Notre zone d'étude appartient au bassin versant de l'Oued Mina. Le bassin versant de l'Oued Mina est le plus important, et le plus intéressant des sous bassins versants de cette Wilaya. Il contribue à l'alimentation de la prise de Sidi Ouadhah et du barrage Bakhadda. Ce bassin versant dont la superficie est de 2056 Km², repose sur des roches calcaires le plus souvent occupe la partie occidentale du bassin du Chelef ; la Haute Mina ne représentant qu'un tiers de ce grand cours d'eau (Bouchentouf, 1994). L'Oued Mina occupe un domaine assez particulier de part son aspect structural et tectonique.

En effet, on peut situer d'une façon très grossière l'Oued Mina entre la plaine de Relzaine au Nord -Ouest et le parallèle de Tiaret à l'Est. Cet Oued recoupe en fait la partie des piémonts occidentaux du massif de l'Ouarsenis et la partie septentrionale des hauts plateaux Oranais. Sur le plan hydrographique, Oued Mina et Oued Tlilate sont les principales cours d'eau permanentes qui traversent les monts de Tiaret. La région est aussi contenue d'autres cours d'eau sont temporaires (**Figure 02**).

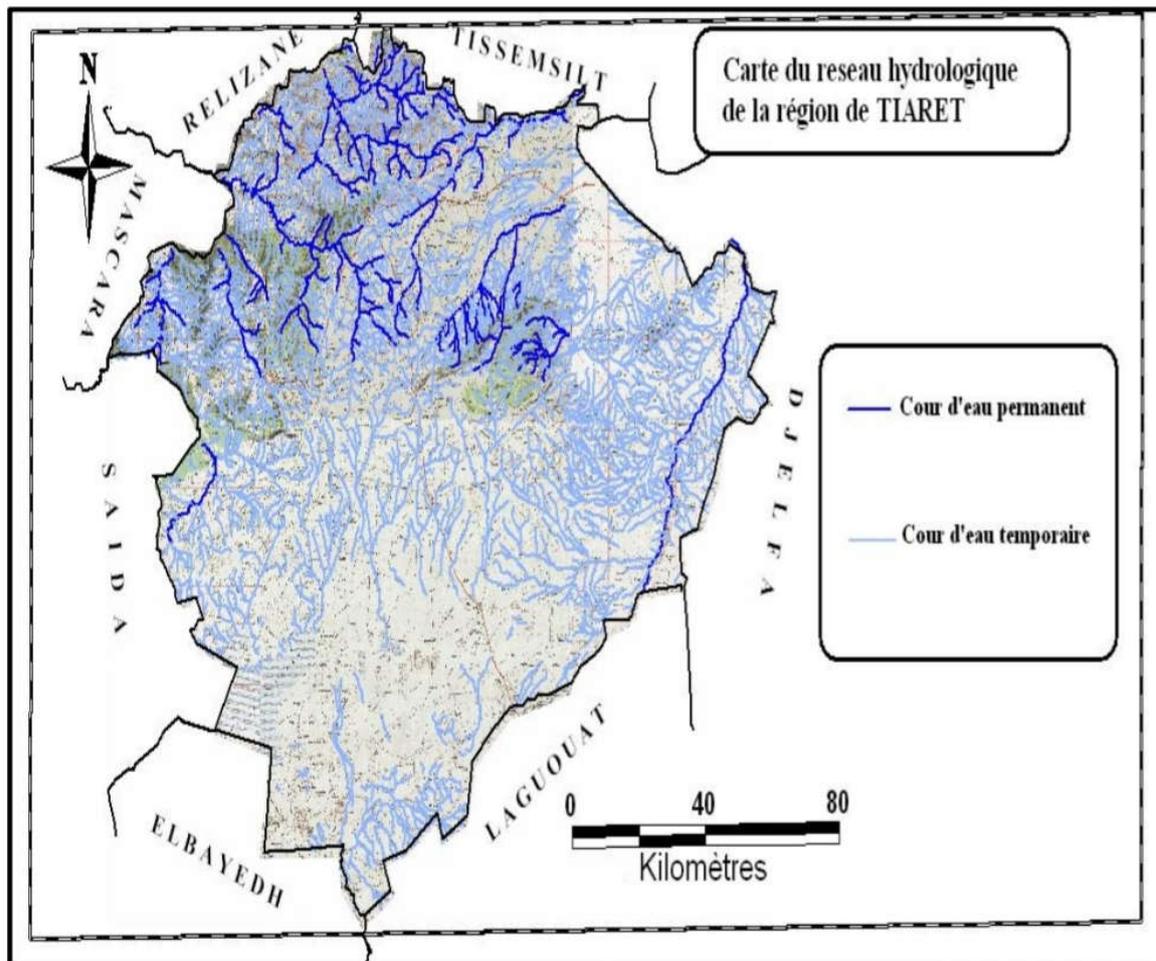


Figure III.2 : Réseau hydrologique de la région (CFT, 2014)

III.2.1. Barrager

La région de Tiaret compte 03 barrages en exploitation, d'une capacité totale de 100 hm³ et un volume régularisé de 61 hm³/an. Le tableau suivant illustre les données des trois barrages en exploitation.

Tableau III.1: Les barrages en exploitation au niveau de la région de Tiaret (DRE, 2016).

Barrages	Profondeur	Superficie de rétention	!capacité portante (hm ³)	Source d'approvisionnement en eau	Utilisation
Bakhada	33m	4596m ²	45	Oued Mina	AEP-Irri
Dahmouni	30m	5330m ²	42	Nahr Ouassel	Irrigation
Bougara	16.5m	510m ²	13	Nahr Ouassel	Irrigation

III.2.1.1. Barrage de Bakhadda

Il est situé à l'Ouest de la wilaya dans la commune de MechraaSfa à une altitude de 665 mètres. Le barrage est destiné à AEP des localités de Tiaret, Rahouia, MechraaSfa, Djillali Ben Ammar, Kharouba, Guertoufa et Temda. (DRE Tiaret, 2016)

III.2.1.2. Barrage de Dahmouni

Celui-ci est localisé au Nord de la wilaya dans la commune de Sebaine à une altitude de 925 mètres et permet l'irrigation du périmètre d'à peu près 4000 ha. (DRE Tiaret 2016)

III.2.1.3. Barrage de Bougara

Située à l'Est de la wilaya dans la commune de Bouguara à une altitude de 809,50 mètres, il est utilisé pour irriguer des périmètres dans la wilaya de Tiaret à l'aval sur le territoire de wilaya de Tissemsilt (DRE Tiaret ,2016).

La région de Tiaret s'inscrit au niveau des deux bassins versants, le bassin versant du ChellifZahrez qui subdivise en 18 sous bassins versants, et le bassin versant des Hauts Plateaux Oranais qui subdivise en 06 sous bassins versants (Figure III.2)

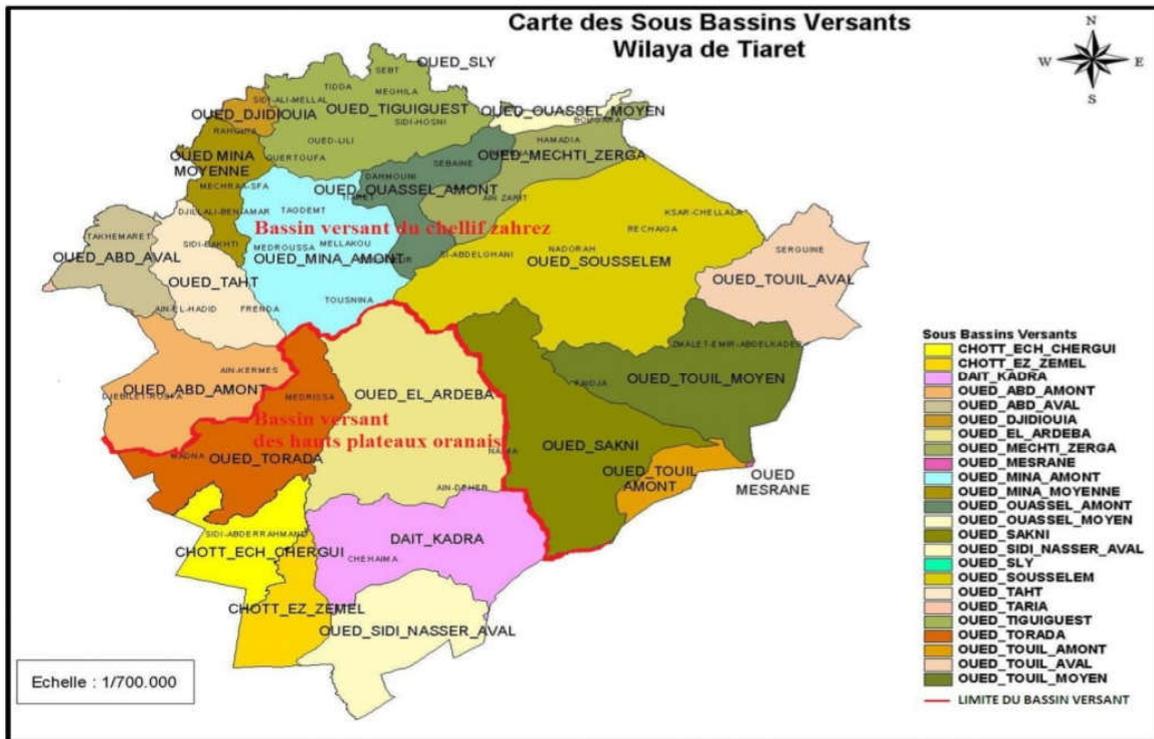


Figure III.3: Carte des sous bassins versants de la région de Tiaret (CFT, 2014).

III.2.2. Ressource en eau souterraine

Les ressources en eau souterraines ne sont pas en reste dans la région. Elles ont une forte contribution à l'alimentation en eau potable avec 162 forages, 27 puits et 11 sources. Tout cela fournit une production journalière estimée à 96000 m³. Les nappes du Sersou, de Chott Chergui, et d'Oued Touil sont les trois importantes nappes de la wilaya. (DRE Tiaret, 2016)

III.2.2. Aquifères du Cheliff

III.2.2.1. Nappe du Moyen Cheliff

L'unité hydrogéologique du Moyen Cheliff, succède à celle du Haut Cheliff et s'étend depuis le village d'El Abadia à l'Est, jusqu'à Djediouia à l'Ouest, sur une distance d'environ 80 km. Sa superficie est de 214.9 km².

-Les aquifères importants du moyen Cheliff, sont au nombre de trois, et sont plus ou moins indépendants.

- La nappe alluviale

- Les calcaires à lithothamni
- Les grès Astiens

-La nappe alluviale est constituée par alluvions grossières du Quaternaire, beaucoup plus développées dans la partie amont du moyen Cheliff, et se prolongent dans le Haut Chéelif. La partie supérieure est constituée par des limons argileux grisâtres sur la majeure partie de la plaine. L'épaisseur des alluvions varie entre 80 et 90 m en moyenne aussi bien dans le moyen que dans le Haut Cheliff, mais le forage d'El Abadia les a traversées sur 130 m, « soit la plus grande épaisseur reconnue dans le Haut et Moyen Cheliff »

-Les calcaires à lithothamniées affleurent sur toute la rive gauche de l'oued Chéelif, depuis Oued Fodda jusqu'à Djidiouia, ils forment une bande d'environ 65 km de long. La largeur varie entre 2.5 km au NE et 4 km au NW.

Ces calcaires appartiennent au Miocène supérieur (Tortonien). Latéralement ils passent à des grés calcaires fossilifères (rive gauche l'oued Djidiouia, et rive droite Oued Fodda).

Le calcaire à lithothamniées plongent vers le nord, (rive droite de l'oued Chéelif), sous les dépôts sus-jacents (Pliocène et Quaternaire) et passent à des marnes à tripoli. Les forages réalisés par les pétroliers (Kh5 et 6) montrent que le maximum d'épaisseur a été atteint dans la région de Boukadir (entre 160 et 200 m). Le forage Hydraulique MCO2 réalisé dans les années 1980, près de Chleff montre que l'épaisseur des calcaires à lithothamnium est de 68 m. Elle atteint 80 m à Oued Sly.

Les grès Astien, ont une lithologie plus ou moins constante, constituée de sables très fins renfermant des grès fins à ciment calcaire. Ils sont bien développés au nord - est de Chleff, mais leur superficie est cependant assez faible. La nappe de l'Astien comprend deux parties:

- Une nappe libre occupant le flanc sud du Djebel Hamri
- Une nappe captive.

Le forage MCO5 (voir tableau) a traversé l'Astien gréseux au dessous de 260 m, son épaisseur serait donc d'au moins 60 mètres. Les grés sont bien développés au nord-est de Chleff (PNE Algérie, 2010).

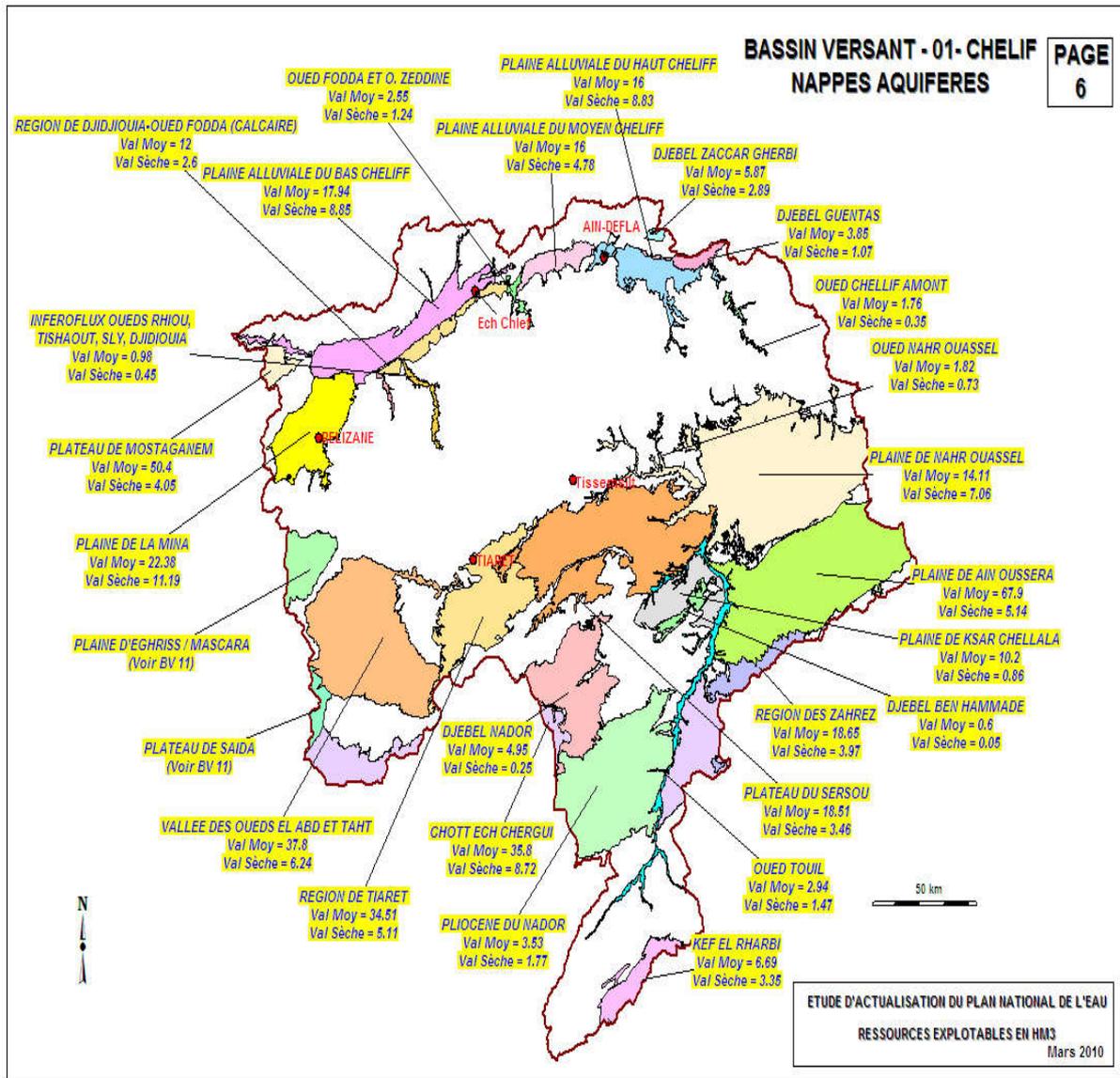


Figure III.4: Bassin versant-1- Chélif Les potentialités des nappes aquifères(PNE, 2010)

III.2.2.2. Nappe de l’Oued Cheliff amont

L’Oued Cheliff amont est le prolongement de l’Oued Nahr El Ouassel qu’il relaye dans la région deBoughzoul. Il s’agit donc du tronçon compris entre Boughzoul et le barrage du Ghrib. Il est limité au nordpar le Djebel Gantas, à l’ouest par le DjebelGourin, au sud par la plaine d’Ain Oussara, et l’Est par le bassin de l’Isser. Sasurface est de 34.2 km².

La nappe est constituée par les alluvions dans lesquels la fraction argilo-sableuse est dominante (ANRH, 2009).

Les ressources exploitables estimées par (ANRH, 2009), sont de l'ordre de 1.8Hm³/an.

III.2.2.3. Plaine de la Mina

La plaine de la Mina est située au nord de la ville de Relizane, à environ 100 km à l'est de la ville d'Oran. Elle est limitée au nord par la plaine alluviale du Bas Cheliff, à l'ouest par le synclinal de Bouguiret, et le synclinal d'El Ghomri, au sud par la plaine d'Eghriss, et l'est par la vallée du Cheliff et les montagnes de l'Ouarsenis.

Les systèmes aquifères de la plaine sont représentés par :

- La nappe libre des alluvions du Quaternaire récent.
- La nappe captive du Quaternaire ancien – Pliocène continental.
- La nappe des grès astiens (PNE Algérie, 2010).

Le sous bassin versant de l'oued Mina est le plus important et le plus intéressant des sous bassins versants de la wilaya de Tiaret. Il contribue à l'alimentation de la prise de Sidi Ouadah et du barrage Bakhadda. Il joue le rôle de drain naturel des terrains marno-calcaires du Jurassique Supérieur et du crétacé qui forme son bassin versant (Bouchentouf, 1994).

Conclusion

Les principales ressources hydriques disponibles dans notre zone d'étude sont les eaux souterraines, se produisant dans les différents horizons aquifères de la région qui sont alimentés à partir du bassin versant tiguiguet et du bassin versant Mina, oued Tlilat et oued Temda, mont de Djebel Ghezoul.

La région d'étude présente une série stratigraphique composée de crétacé supérieur (marneux à la base et calcaires variés au sommet), miocène moyen et Supérieur. Elle consiste en Grès et poudingues (Vindobonien).

L'hydrologie de la wilaya de Tiaret est caractérisée par la présence de 03 grands barrages (barrage de Bakhadda, Dahmouni, Bougara) et 18 retenues collinaires.

Chapitre IV

Hydrochimie

Introduction

L'eau de source est une eau au goût - nature – qui provient de source de surface, idéalement d'un terrain granitique ou volcanique. Elle peut généralement se boire au quotidien mais n'est pas forcément exempte de pollution (**Remini,2007**).

La pollution des eaux est l'un des problèmes qui inquiète toute l'humanité. C'est ce qui provoque les activités humaines, cet apport entraîne la dégradation de la qualité d'eau.

Il existe de nombreux paramètres qui permettent de quantifier les éléments physiques ou chimiques (température, pH, CE, oxygène dissous, DCO, DBO5, MES ...) et plusieurs indicateurs de la charge polluante.

-Dans ce chapitre, on procède à une présentation des paramètres physico-chimiques des eaux de sources de quartoufa (wilaya de TIARET) et une interprétation des résultats obtenus de ces derniers.

IV.1. Paramètres physico-chimiques

IV.1.1. Température

La température de l'eau, est un facteur qui agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques (**Who., 1987**).

La température a une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles soient souterraine ou superficielle.

IV.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH correspond à la concentration d'ions hydrogène. Il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH interfère avec d'autres paramètres de la qualité dans les complexes réactions chimiques : dureté, alcalinité, turbidité, conductivité (**Savary, 2010**). Les valeurs du potentiel Hydrogène se situent entre 6,5 et 8,5 dans les eaux naturelles (**Ghazali et al., 2013**).

IV.1.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique des eaux naturelles fournit une information globale sur la quantité des sels dissous qu'elles renferment (**Frank et Kemmer, 1992**).

La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (**Ghazali et al., 2013**).

Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (**Mens et Derouane, 2000**).

IV.1.4. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre (**Devillers et al., 2005**).

IV.1.5. Oxygène dissous (O_2)

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau, il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique (**Ghazali et al., 2013**).

IV.1.6. Matières en suspensions (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante : $\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$ (**Métahri, 2012**).

IV.1.7. Matière Oxydable (MO)

Selon **Taïba et kabour (2014)**, les MO susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par les produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des micro-organismes.

IV.1.8. Chlorures (Cl^-)

Puisque tous les sels du chlore sont très solubles dans l'eau, le chlore est fréquent dans les réserves d'eau douce à un taux de 10 à 100 mg/l (**Atallah, 2014**).

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (**Rodier, 2005**).

I.V.1.9. Alcalinité (HCO_3^-)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrocarbonates, carbonates et hydroxydes (Rodier, 2005).

IV.1.10. Résidu Sec (RS)

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (Rodier, 2005). Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût plat et insipide (Who, 1994).

La potabilité des eaux en fonction des résidus secs recommandée par OMS est de 1000 mg/l.

IV.1.11. Nitrates (NO_3^-) et nitrites (NO_2^-)

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. résultant d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) (Gaujour, 1995).

Les nitrates sont très solubles dans l'eau, ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme.

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepeltie, 2005).

-Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/l (Coulais, 2002).

IV.1.12. Magnésium (Mg^{2+})

Magnésium est l'un des éléments le plus répandu dans la nature ; il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre dont la plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau. Sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (Rodier et al., 2009).

IV.1.13. Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un métal alcalin terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. C'est un composant majeur de la dureté de l'eau (Rodier et al., 2009).

IV.2.Choix des sites de prélèvement :

Nous avons choisi ces deux sites à cause de leur forte fréquence par la population, en effet, ces sources sont les plus convoitées par la population locale au quotidien. Les eaux de ces sources sont consommées sans traitement préalable, pour cela nous avons visé ces sources (Ain EL kdah et Ain El kongel).

IV.3.Modalité de prélèvement des échantillons d'eau :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate qui nécessite le plus grand soin, car il conditionne les résultats analytiques et leur interprétation par la suite.

L'échantillon doit être homogène et représentatif, pour ne pas modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (**Rodier, 2009**).

-Pour cette étape nous avons utilisés des bouteilles, qui seront étiqueté et mis dans une glacière.

-Toutefois certaine précaution doivent être prises en compte lors du prélèvement des échantillons :

- Rincer la bouteille avec de l'eau distillée puis trois fois avec l'eau de source.
- Ouvrir la bouteille et la remplir jusqu' au bord (éviter les bulles d'air).
- La quantité prélevée soit au minimum 6L autotale.

-Le prélèvement a été effectué chaque semaine du 19 avril au 19 mai 2021.

- Au laboratoire les échantillons ont été analysés dans les 24 heures qui suivent leur prélèvement.

Nous tenons à signaler que certains paramètres physiques (pH, CE ,T°et MES)ont été mesuré sur site par le multi paramètre d'analyse des eaux .



Figure IV.1 : Appareil multi-paramètre MM40 CRISON

Tableau IV.1 : Résultat d’analyse comparés aux Normes Algériennes de la qualité des eaux

Paramètres	Source Ain El kdah	Source AinElkongel	Normes Algeriennes
Température(C°)	19.1C°	20.1C°	25°C
Potentiel d’hydrogène (pH)	7.6	7.2	6.5- 8.5
Conductivité électrique(CE)	464 S/Cm	732 S/Cm	2800 S/Cm
Dureté	164.5Mg/l	149Mg/l	100-500Mg/l
Taux de saturation en Oxygène dissous %	44.5%	52.8%	70>
Matière en suspension(MES)	256	432	872 Mg/l
Matière Oxydable(MO)	0.7	0.5	1Mg/l
Chlorure	198.8	127.8	200-500Mg/l
Alcalinité(HCO-3)	18.3Mg/l	54.9Mg/l	500Mg/l
Residu Sec (RS)	241Mg/l	242Mg/l	1500-2000Mg/l
Nitrate (NO3 ⁻)	19Mg/l	2.69Mg/l	Max 500Mg
Nitrites(N02 ⁻)	0.04Mg/l	0.01Mg/l	Max 0.1
Calcuim(Ca2+)	76.5Mg/l	106.4Mg/l	75-200Mg/l
Magnésium(Mg2+)	14.8Mg/l	43.6Mg/l	150Mg/l

de sources**IV.4. Résultats et interprétation**

Les résultats d'analyse physico-chimique effectuée sur les eaux de sources (Ain El kdah et Ain El kongel) comparés aux Normes Algériennes sont illustrés dans un tableau ci-dessous.

4.1. Température

D'après résultat du tableau(1) les valeurs de température sont de 19.1°C pour la source de ain el kdah et 20.1°C pour la source de ain El kongel). ces valeurs sont conformes aux normes algériennes 25°C.

4.2. Potentiel d'hydrogène(pH)

Le résultat du pH obtenu de l'eau étudiée est de 7.6 pour la source de ain kdah et 7.2 pour ain el kongel . Ces résultats sont conformes aux normes algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 et 8.5 .

4.3. Conductivité électriques(CE)

En ce qui concerne la conductivité électrique, Nous avons enregistré un résultat de 464µS/cm pour la source de ain el kdah et 732µS/cm pour la source de ain el kongel.

Ces valeurs restent toujours conformes à les normes algériennes.

4.4. Dureté (TH)

Le tableau montre que, les résultats de la source de ain el kdah qui est 164.5mg/l et la source de ain el kongel qui est 149mg/l. sont conformes par rapport aux normes algériennes.

4.5. Oxygène dissous

Pour la source de ain el kdah on remarque un résultat de 44.5% et 52.8% pour la source de ain el kongel , ces valeurs sont conformes vis à vis les normes (70%).

4.6. Matière en suspension(MES)

Comparativement aux résultats de la source ain el kdah 256Mg/l et la source ain el kongel 432Mg/l avec les normes algériennes 872Mg/l .ces valeurs est conformes.

4.7.Matière organique(MO)

Nos resultats de sources (0,7 pour la source de ain el kdah et 0.5pour la source de ain el kongel) est conforme aux normes algériennes.

4.8.Chlorure (Cl-)

Les resultats de nos sources(198.8Mg/l ainelkdah et 127.8Mg/l ain el kongel) sont inférieure aux limites fixées 500Mg/l .

4.9.Alcalinité

Les résultats d'analyse d'alcalinité de nos sources (ain el kdah 18.3Mg/l et ain el kongel 54.9Mg/l) sont inférieure au normesalgeriennes .

4.10.Résidu Sec

Vu les résultats de résidu sec de nos sources (ain El kdah 241mg/l et ain el kongel 242Mg/l),il s'avère qu'ils sont inférieure aux normesalgeriennes .

4.11.Nitrate(NO₃-)

D'après les résultats du tableau Nous observons que ,nos sources (ain el kdah 19Mg/l et ain el kongel 2.7Mg/l) ont une valeur de nitrate qui ne dépassent pasles normes fixée algériennes 50Mg/l .

4.12.Nitrites(NO₂⁻)

Les résultats du tableau indique que la concentration du nitrite est presque nulle dans les échantillons analysés de nos sources (0.04Mg/l ain el kdah et 0.01Mg/l ain el kongel).Ce qui montre que sontconforme avec les normes algeriennes 0.1Mg/l.

4.13. Magnésium(Mg²⁺)

D'après les résultats du tableau Nous remarquons que,les sources (14.8 Mg/l ain el kdah et 43.6 Mg/l ain el kongel) sont conforme aux normes algériennes qui est 150Mg/l.

4.14. Calcium(Ca²⁺)

les normes algériennes du calcium est 75Mg/l-200Mg/l et les résultats des sources obtenus (76.5Mg/l ain el kdah et 106.4Mg/l ain el kongel).donc,nos sources sont conformes .

Conclusion

L'eau constitue une ressource naturelle indispensable pour la vie de l'homme, des animaux et des végétaux. L'avoir à disposition en quantité suffisante et en qualité satisfaisante contribue au maintien de la santé. Mais, l'eau peut être aussi source de maladies en cas de pollutions.

Nous avons donc analysé les paramètres physico-chimiques des eaux de sources suivantes:

- ✓ Source ain el kdah.
- ✓ Source ain el kongel.

Les différentes analyses physico-chimiques réalisées au cours de ce travail sur les différentes eaux de sources de quartoufa (la wilaya de tiaret).montrent qu'elles sont potables et ne présentent aucun risque pour le consommateur .

Conclusion générale

Conclusion

Conclusion générale

la zone d'étude fait partie de la wilaya , elle se situe au Nord de Tiaret
Où la superficie de la commune de Guertoufa est estimée à 180,51 km et est classée comme zone rurale parcequ'elle dépend de l'agriculture et du pâturage.Elle est caractérisé par des aspects géomorphologique variés de point de vue topographique. elle est caractérisé par une surface relativement plane a une altitude moyenne de 911m .

L'étude des facteurs climatiques indique un climat semis-aride avec un hiver froid

et humide et un été chaud et sec .ce climat est caractériser par une Température moyenne annuelle de **15,09°C** et précipitations moyennes annuelles de l'ordre de **379,42** mm à la station de Ain Bouchekif.

Notre étude consiste à évaluer la qualité physico-chimique des eaux de sources de Guertoufa (la wilaya de tiaret).

D'après les résultats ,l'étude d'analyses physico-chimique montre que :

- ✓ La température et La conductivité électrique sont aux normes algériennes .
- ✓ Le pH de Ain El kdah et Ain El Kongel (7.6 et 7.2) sont aux normes algeriennes.
- ✓ La valeur de l'oxygène dissous de deux sources (44.5% et 52.8%) sont conformes aux normes algeriennes .
- ✓ les taux de la dureté et l'alcalinité sont aux normes algeriennes .
- ✓ Les concentrations de calcium et magnisium ne dépasse pas l'énormes algeriennes .
- ✓ Des teneurs en matières azotées (nitrites, nirates) signifient que l'eau de moyenne qualité.

Finallement , les résultats des deux sources qu'on a étudier (Ain El akdah et Ain El Kongel) sont potables et ne présentent aucun risque pour le consommateur .

Annexes

Annexes

Annexe 1

Précipitations mensuelles en (mm)(1990-2020), Stations de Ain Boucekif.

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout
1990	23,1	11,2	39,5	60,1	50,9	0,1	23,1	34,6	42,1	34,5	8,7	0,2
1991	19,5	70,8	12,4	13,9	29,7	40,8	119	12,8	24,3	7,1	8	13
1992	13	21,1	19,5	30,8	22,7	18,9	48,6	50,9	58,3	11,2	18,3	4,5
1993	30,6	12	27,8	33,8	1,5	30,3	23,2	35,7	59	0	0	13,7
1994	117,9	88,1	13,5	10,3	29,5	32,5	2,9	23	8,2	0	2,2	6,2
1995	26,5	20,4	22,8	43,1	49,9	12,9	63,5	20,5	3,4	22,5	0	5,3
1996	10,9	15,3	5,7	43,2	59,9	128,1	41,5	63,5	26,1	23,3	29,6	9,7
1997	87,7	32,8	105,8	38	55,5	7	0	130	30	0,9	1,9	52,8
1998	12,4	7,7	8,8	29,8	25,7	29,2	17,2	50,4	65,9	1,5	0	3,9
1999	31,9	55,8	25,3	78,7	56,5	22,1	67	0	11,5	0,5	0,3	13,8
2000	17,5	21,7	61,6	55,4	0,5	0	39	22,4	22	0	0,6	2,1
2001	46,5	19,6	25,1	38,6	96,3	33,2	5,1	33,8	12,4	0,1	1	5,6
2002	0,5	16,2	60,4	28,3	56	14,8	17,9	39,3	49,5	8,1	0,7	30,5
2003	24	85,2	68	69,9	58,2	59,7	6,3	50	12,6	4,3	2,1	26,4
2004	34	35,8	19,4	63,6	11,7	38,9	17,3	39,1	66,1	19	5,8	10,5
2005	25,6	49,4	54,5	23,3	15,7	29,4	41,8	7,1	1,6	18,7	5,4	0
2006	10,3	12,3	6,4	45,8	63,2	61,2	14,2	40,4	75,2	2,4	4,1	23,8
2007	27,7	50,7	38,9	5,9	21,1	56,5	41,3	91,7	15,5	0,5	5,1	7,8
2008	33,6	78,9	50,3	78,8	20,2	29,7	26,9	12,3	62,3	13,4	10,6	1,9
2009	90,4	10,3	50	81,3	100,1	32,5	80,4	79,5	21,1	6,9	1,3	4,8
2010	7,5	47,6	52	22,4	57,4	138,6	66,6	14,6	44,1	5,8	0,2	35,3
2011	0,1	38,2	75,4	10	42,4	73,5	26,8	41,6	44,2	32	3,1	0,2
2012	12,9	52,3	99,3	19,7	11,7	48,7	54,9	89,6	16,2	0,9	0,7	5,2
2013	11,8	1	67,3	57,5	88,2	70,6	89,8	96,2	43,6	0,1	7,4	7,3
2014	111,1	32,9	56,6	62,4	60,6	53,4	98,2	3,3	9,6	56,1	0	3
2015	26,3	74,3	20,8	0	45,3	68	11,9	0,4	16,2	16	0	9
2016	7,3	4,9	39,4	26,6	17,2	63,5	96,9	29,8	44,6	16,9	2	0,2
2017	3	19	22	53	151	13	3	11	19	3	0	6
2018	51,8	93,6	37,5	34,4	25,2	40,7	134,4	135	16	42	0,1	4,8
2019	39,5	6,7	62,3	38,4	88	19,9	19,9	29,7	17,7	0,8	5,6	3
2020	13,2	5,2	30,2	71,3	23	0	49,6	68,7	4,6	0,8	1,8	0,4

Annexes

Températures mensuelles en (C)(1990-2020), Stations de Ain Boucekif.

Année	sep	oct	nov	dec	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juillet	Aout
1990	24	15,6	9,5	5,3	5,5	10	10,6	10,4	15,6	23,4	25,8	25,6
1991	21,9	13,2	8,7	5,4	5,9	5,4	9,1	9,7	13	21,6	26,7	25,9
1992	21,9	13,5	9,7	6,6	3,7	6,1	7,4	10,8	15,4	17	23,4	24,8
1993	19	14,6	9,5	6,8	4,5	4,9	9,1	11	15,6	22,3	26,1	25,8
1994	19,8	15,4	11	6,4	5,5	7,8	10,5	9,8	18,3	23,2	28,1	28,5
1995	18,1	16,2	11,6	8,7	5,1	8,1	8,5	10,3	17,9	21	25,4	25,9
1996	18,3	13,4	10,8	8,2	7,9	5,2	9	11,1	14,5	20,1	24,9	24,2
1997	20,9	15,9	10,4	7,4	7,3	8,7	9,8	12,3	16,4	22,1	24,7	24,2
1998	22,2	13,8	10	5,4	6,4	7,8	8,8	11,1	14,2	23,5	26,6	25,9
1999	21,1	18,3	8,2	6,2	6,3	5,5	9,6	12,7	20	23,1	26,3	28
2000	21,3	14,2	10,5	8,6	3,4	7,9	10,7	12,4	19,6	24	27,3	27,1
2001	22,1	20,1	8,1	6,1	7	6,9	13,2	13	15,8	25	27	27,6
2002	20,5	17	10,9	8,6	6,2	8,2	10,5	12,2	16,5	24	25,3	23,9
2003	21,2	16,6	10,4	6,2	5,5	5,8	10,6	12,4	17	25,6	28,7	27
2004	21,7	18	8,8	6	6,3	8,4	9,4	11,3	13	22,7	26,4	26,7
2005	19,8	17,2	15	5,5	3,1	3,2	10,3	12,6	20,5	23,7	27,8	25,6
2006	20,4	18,7	12,3	6,9	3,8	5,3	9,9	15	19,4	24	26,5	25
2007	22,1	15	8,9	5,7	6,6	8,7	7,8	11,2	16	21,7	27,2	26,1
2008	21,3	15,2	7,7	4,9	6,4	8,3	9,2	13,2	15,9	22	27,4	27,1
2009	19,5	16,5	12,4	9,4	5,5	9,8	5,4	9,4	17,9	23,5	27,9	26
2010	21,4	15,5	10	8,2	7,1	8,7	10,1	13	14,9	20,7	28	26,5
2011	22,6	16	11	6,8	7,3	6,1	9,4	14,6	17,3	21,5	25,9	27,4
2012	21,6	16,9	11,3	7,3	4,9	2,3	9,4	10,4	17,6	25,3	27,5	28,2
2013	20,9	20	8,6	6	6,1	5,1	9,5	11,7	13,6	19,9	25,6	25,2
2014	23,4	18,3	12,5	6,4	7,6	8,3	8,5	14,2	17,3	21	25,1	26
2015	21,7	17,3	10,9	8,4	6	5	9,3	15,6	19,5	21,3	27,7	27,4
2016	21,6	18,9	10,7	7,6	9	8,9	8,3	13,3	17,2	22,2	27,3	26
2017	21,2	16	9,8	5,6	4,2	8,4	10,7	13,9	20	25,5	28,3	27,5
2018	21,8	14,5	10	7,7	6,7	5	9	12,2	14,3	20,7	26,9	24,9
2019	21,7	16	9,1	8,2	4,3	5,6	8,9	11,1	16,1	23,4	27,3	26,7
2020	21,2	14,8	12,1	7,2	5,1	9,6	10,4	13,2	19,2	22,2	28	27,6

Annexes

Annexe 2

Mode opératoire de chaque paramètre

Température

✓ Mode opératoire

Avec la valise de analyses sur le terrain , après un bon lavage de l'électrode avec l'eau distillée, placez l'électrode a la place de l'échantillon et nous lisons le résultat à l'écran.

Potentiel d'hydrogène (pH)

✓ Mode opératoire

Avec la valise de analyses sur le terrain , après un bon lavage de l'électrode avec l'eau distillée, placez l'électrode a la place de l'échantillon et nous lisons le résultat à l'écran, nous reprenons l'opération en laboratoire par un appareil de PH metres par suivante les etapes:

1. Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.
2. Tremper l'électrode dans le bécher.
3. Laisser stabilizer un moment,Puis noter le pH.

Conductivité électrique (CE)

✓ Mode opératoire

Mettre environ 100ml d'eau à analyser dans un Bécher, dans lequel on plonge l'électrode pour mesurer la conductivité exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Enregistrer la valeur de la conductivité électrique et la température qui sont affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture.

.Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

✓ Mode opératoire

Prendre 50 ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette de 100 ml et les transférés dans un erlenmeyer de 500 ml. La solution est chauffée à 60°C , et on ajoute 4 ml de la solution tampon et 3 goutte solution noir. On titre alors avec la solution titrée de l'EDTA jusqu'au virage du rouge violacé au bleu.

.Oxygènedissous

✓ Mode opératoire

Annexes

L'utilisation de la méthode électrochimique nous a permis l'estimation directe de l'oxygène dissous. L'appareil utilisé est un oxymètre de laboratoire de marque -HI2400-.

-plonger La sonde électrolytique dans l'eau, puis noter la valeur affichée sur l'écran bien sur après la stabilisation de la lecture.

.Matière en suspension MES

✓ -Mode opératoire

Avec la valise de analyses sur le terrain , après un bon lavage de l'électrode avec l'eau distillée, placez l'électrode a la place de l'échantillon et nous lisons le résultat à l'écran.

.Matière Oxydable (MO)

✓ Mode opératoire

1. Prendre 100 ml d'eau à analyser.
2. Ajouter 5 ml H_2SO_4 dilué et porter à ébullition pendant 1mn.
3. Ajouter 15 ml de $KMnO_4$ à 0,01N avec 10 mn d'ébullition régulière et doux.
4. Ajouter 15 ml d'acide oxalique à 0,01N.
5. Titrer à chaud avec $KMnO_4$ à 0,01 N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 ml à 20 secondes.

.Chlorures (CL-)

✓ Mode opératoire

1. Prendre 5 ml d'eau à analyses .
2. Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre.
3. Titrer avec $AgNO_3$ à 0.01N jusqu'à coloration brunâtre.

.Alcalinité (HCO-3)

✓ Mode opératoire

1. Prendre 100 ml d'eau à analyser .
2. Noter son PH puis titrer avec HCl à 0.1N jusqu'à obtention d'un PH de 4.4

.Résidu Sec (RS)

✓ Mode opératoire

1. Tare une capsule préalablement lavée , rincée à l'eau distillée et desséchée.

Annexes

2. Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
3. Porter cette dernière à l'étuve à 105°C pendant 24 heures
4. Laisser refroidir pendant ¼ d'heures au dessiccateur .
5. Finalement Peser immédiatement et rapidement .

.Nitrate (NO₃⁻)

✓ Mode opératoire

1. Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
2. Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %
3. Ajouter 1 ml de Salicylate de Sodium.
4. Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à une température de 75-88 °C.
(Ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps) laisser refroidir.
5. Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ pur laissé reposer 10 mn.
6. Ajouter 15 ml d'eau distillée
7. Ajouter 15 ml de Tartrate double de Sodium et de Potassium.

.Dosage du calcium(Ca²⁺) et du magnésium(Mg²⁺)

✓ -Mode opératoire

Ca²⁺:

1. Prendre 50 ml d'eau à analyser.
2. Ajouter 2 ml de NaOH à 2N.
3. Ajouter du Murexide.
4. Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

Mg²⁺:

1. Prendre 50 ml d'eau à analyser.
2. Ajouter 2 ml de NH₄OH (10,1).
3. Ajouter noireriochrome.
4. Et titrer jusqu'au virage (bleu).

Annexes

Annexe 3

Tableau : NORMES ALGERIENNES DE LA QUALITE DES EAUX DE SOURCE

CARACTERISTIQUES	UNITE	CONCENTRATIONS
1. Caractéristiques Organoleptiques		
Couleur	mg/L de platine (en référence à l'échelle platine/cob alt)	au maximum 25
Odeur (seuil de perception à 25° C)	-	au maximum 4
Saveur (seuil de perception à 25° C)	-	au maximum 4
Turbidité	Unité JACKSON	au minimum 2
2. Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau		
PH		6,5 à 8,5
Conductivité (à 20° C)	Unité PH	au maximum 2.800
Dureté	µS/ cm	100 à 500
Chlorures	mg/L de Ca CO ₃	200 à 500
Sulfates	mg/L (Cl)	200 à 400
Calcium	mg/L (SO ₄)	75 à 200
Magnésium	mg/L (Ca)	150
Sodium	mg/L (Mg)	200
Potassium	mg/L (Na)	20
Aluminium total	mg/L (K)	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium Résidus secs après dessiccation à 180° C	mg/L mg/L en oxygène mg/L	au maximum 3 1.500 à 2.000

Annexes

<p>3.Caractéristiques concernant les substances Indésirables</p> <p>Nitrates Nitrites Ammonium Azote Kjeldahl Fluor Hydrogènesulfuré</p> <p>Fer Manganèse Cuivre Zinc Argent</p>	<p>mg/L de NO₃ mg/L de NO₂ mg/L de NH₄ mg/L en N (1) mg/L de F</p> <p>mg/L (Fe) mg/L (Mn) mg/L (Cu) mg/L (Zn) mg/L (Ag)</p>	<p>au maximum 50 au maximum 0,1 au maximum 0,5 au maximum 1 0,2 à 2</p> <p>Ne doit pas être décelable organoleptiquement au maximum 0,3 au maximum 0,5 au maximum 1,5 au maximum 5 au maximum 0,05</p>
<p>4.Caractéristiques concernant les substances Toxiques</p> <p>Arsenic Cadmium Cyanure Chrome total Mercure Plomb Sélénium Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) :</p> <p>* Pour le total des 6 substances suivantes : Fluoranthène, Benzo (3,4) fluoranthène Benzo (1,12) fluoranthène Benzo (3,4) pyrène Benzo (1,12) pérylène indeno (1,2,3-cd) pyrène * Benzo (3,4) pyrene</p>	<p>mg/L (As) mg/L (Cd) mg/L (Cn) mg/L (Cr) mg/L (Hg) mg/L (Pb) mg/L (Se)</p> <p>µg/L µg/L</p>	<p>0,05 0,01 0,05 0,05 0,001 0,055 0,01 0,2 0,01</p>

Annexes

Annexe 4

Les sources de pélevements:



Source 01 Ain el kdah



Source 02 Ain El kongel

Annexes

Annexe 5



Valise d'analyse (multi paramètre Crison MM40)



Multi-paramètre de laboratoire pH, T° et conductivité (Consort C832)



Oxymètre -HI2400-

Annexes



Résultat du titrage (MO) Résultat du titrage (MO)

Ain El kdah

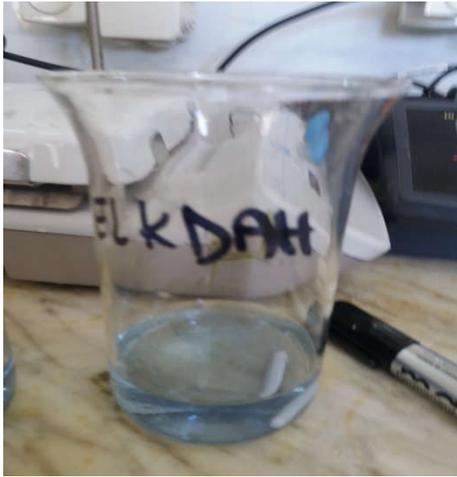
Ain El kongel



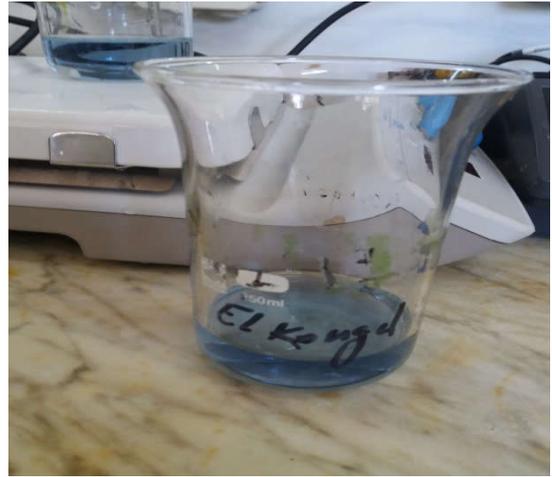
Titration de chlorure (Cl⁻) ain el kongel

Titration de Chlorure
(Cl⁻) Ain El kongel

Annexes



Titration du duré de l'eau el kdah



Titration du duré de l'eau el kongel

Références bibliographiques

Références bibliographiques [Tapez le titre du document]

Références bibliographiques

ABH CZ 2014 : Présentation de grand bassin du Cheliff-Zahrez .

ABH 2014 : Agence de Bassin Hydrographie (hydrogéologie de la wilaya) .

ANRH 2009 : estimation ANRH/ ENERGOPROJEKT -2009. REALISATION DE L'ETUDE D'ACTUALISATION DU PLAN NATIONAL DE L'EAU Algérie

ANRH 2010 : Réalisation de Carte des Ressources en Eau Souterraines du Nord de l'Algérie

(AIT AMEUR MEZIANE.N 2015) : Etude hydrogéologique de la région de Tiaret 119p

ATALLAH A., (2014). Procédé de dessalement et qualité physico-chimique de l'eau dessalée par la station de dessalement de l'eau de mer de Honaine - teneurs : cations, anions et métaux lourds. Mémoire de Master en Alimentation et Nutrition, Université Abou-BekrBelkaid Tlemcen .99P.

Bouchentouf K., 1982: Coupe Litho stratigraphique locale de Tiaret.

C.F.T, 2014 : Conservation des Forêts de la wilaya de Tiaret., 2014. Rapport annuel sur l'état des forêts de la wilaya de Tiaret.

COULAIS J. M., (2002). Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Édition. Desateliers.

(D'APC de guertoufa) : L'assemblée populaire communale de Guertoufa 2020

DEVILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C. (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface. Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, observation des données de l'environnement L'IBGE : "l'eau à Bruxelles. Fiche2.

DRE Tiaret, 2007: géologie de la wilaya de Tiaret.

Etude d'actualisation du PNE Algérie 2010 : REALISATION DE L'ETUDE D'ACTUALISATION DU PLAN NATIONAL DE L'EAU Algérie Avril 2010.

FRANK J. et KEMMER N., 1992. Manuel de l'eau. Édition : Lavoisier. P 3.102.105.

Références bibliographiques [Tapez le titre du document]

GHAZALI D., ZAID A., (2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes –Maroc), Larhyss Journal, 12, PP : 2536.

GAUJOUR D., (1995). La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. 2eme édition Lavoisier. P :49.

In Bouchentouf K. 1994 : Les bilans d'eau vus à travers les paramètres physico-chimiques et Hydrodynamiques : cas du bassin versant de la haute Mina (Tiaret, Algérie). Thèse de Magister, Institut d'hydraulique, Centre Universitaire de Chlef, p.192.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18 : Décret exécutif n° 11-125 du 17 RabieEthani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 34 : Art. 3. Les objectifs de qualité prévus à l'article 1^{er} ci-dessus correspondent à des valeurs maximales fixées dans l'annexe du présent décret pour les paramètres organoleptiques, physico-chimiques, chimiques et microbiologiques.

LEPELTIER S., (2005). Un bon état écologique des eaux.

MEHAIGUENE M2007 : Bilan hydrologique et ressources en eau de surface du bassin Cheliff-Zahrez 2007.

MENS et DEROUANE, (2000). État des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.

(Métahri, 2012)

OUEDROUGOU A. 2018: Impact de la zone industrielle de Tiaret sur la qualité du système aquifère exploité (Contribution à l'étude d'un cas de pollution accidentelle par des hydrocarbures).

PNE,2014 Tiaret : hydrographique de la wilaya de Tiaret.

RamadeF, (1998) : Dictionnaire Encyclopédique des sciences de l'eau. Édition science, Paris 786p.

REMINI, B (2007) .La problématique de l'eau en Algérie. OPU.Algérie.162P.

RODIER , J (2009). L'analyse de l'eau .Edition Entièrement mise à jour .Paris.1203P.

RODIER J., (2005). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8^{ème} édition : Dunod,Paris.

SOW 2014 : site officiel de la wilaya de Tiaret 2014.

SAVARY P., (2010). Guide des analyses de la qualité de l'eau .territorial éditions .p75-

Références bibliographiques [Tapez le titre du document]

115.

W.H.O. (World Health Organization), (1994). Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2^{ème} édition. Vol2.Genève.

W.H.O. (World Health Organization), (1994). Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2^{ème} édition. Vol2.Genève.

Résumé

Résumé :

L'eau est l'élément le plus demandé et le plus essentiel dans la vie des êtres vivants, mais elle cause un danger réel sur la santé du consommateur donc il faudra la contrôler de façon permanente.

L'objectif de notre travail consiste à étudier la qualité de l'eau de quelques sources dans la région de Tiaret Guertoufa «Ain El Kongel ,AiN EL Kdeh »en effectuant des analyses physico-chimiques.

Les résultats obtenus ont montré que toutes les sources sont saines.

Mots clés: Sources naturelles, Tiaret, , analyses physico-chimiques,Guertoufa .Nitrat.

Abstract:

Water is the most demanded and most essential element in the life of living beings, but it causes a real danger to the health of the consumer so it will have to be permanently controlled.

The objective of our work is to study the water quality of some sources in the region of TiaretGuertoufa "Ain El Kongel, AiN EL Kdeh" by performing physicochemical analyzes.

The results obtained showed that all sources are healthy.

Keywords : Natural sources, Tiaret,, physico-chemical analyzes, Guertoufa .Nitrat.

الملخص:

الماء هو العنصر الأكثر طلبًا والأكثر أهمية في حياة الكائنات الحية، ولكنه يسبب خطرًا حقيقيًا على صحة المستهلك لذلك يجب التحكم فيه بشكل دائم.

الهدف من عملنا هو دراسة نوعية المياه لبعض المصادر في منطقة تيارت قرطوفة "عين القنجال، عين القدح" من خلال إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جميع المصادر ذات نوعية جيدة.

كلمات مفتاحية: المصادر الطبيعية .تيارت. التحاليل الفيزيائية والكيميائية. قرطوفة. نيترات .عين القنجال .عين القدح.
