

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 Master académique

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Hydrogéologie

Présenté par :

BOUALAM Ismahane

KADI Chaimaa

ELHADJ Khaled

*Thème*

**Etude de la qualité des eaux brutes du barrage de Bekhedda**

**Wilaya de Tiaret**

Soutenu publiquement le 29/09/2021

**Jury:**

**Grade :**

**Président :** M.BOUTOUGA F

MAA

Université de Tiaret

**Encadrant :** Mme.SOUDANI L

MCB

Université de Tiaret

**Examineur :** M.OTMANE A

MCB

Université de Tiaret

Année universitaire 2020-2021

## Remerciements

En premier lieu, nous remercions tout d'abord **Allah** qui nous a donné la patience et la force pour atteindre nos buts.

En second lieu, nous tenons à exprimer en particulier nos profondes reconnaissances au **M. Soudani Leila** notre encadreur qui nous a fait confiance pour le choix de ce sujet, pour nous avoir guidé. Nous remercions monsieur les membres du jury ; **Boutouga F** et **Otmane A** pour avoir accepté présider et examiner notre travail.

Nous remercions également monsieur **Mouchara Nabil** et tous les enseignants de notre département.

C'est avec un sincère plaisir que nous remercions monsieur **Gendouz Ahmed** le directeur du barrage Bekhadda Tiaret et monsieur **Aissa** le directeur de laboratoire l'ADE.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à réalisation de ce travail.

## **Dédicace**

Nous dédions ce modeste travail :

A « Allah » source de notre motivation et notre patience.

Nos très chère parents : c'est très difficile d'exprimer mes sentiments, envers eux par de simples mots ; merci pour votre amour, votre affection, vos sacrifices, vos encouragements. Que dieu vous garde.

Ces dédicaces vont également à nos familles, nos amis et à tout la promotion de 2<sup>ème</sup> année master Hydrogéologie.

Qui nous ont aidés de près et de loin afin de réaliser ce modeste travail.

## Table des matières

Remerciements .....	
Dédicace .....	
Table des matières.....	
Liste de figures .....	
Liste de tableaux .....	
Liste des abréviations.....	
Introduction générale.....	<u>1</u>

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

Introduction .....	3
I.1. Situation géographique de la zone d'étude .....	3
I.2.1. Présentation du Barrage Bekhadda Tiaret.....	4
I.2.2. Historique.....	5
I.2.3. Fiche technique de barrage Bekhadda .....	5
I.3. Population .....	6
I.4. Agriculture .....	6
I.5. Massifs forestiers .....	7
I.6. Géologie.....	8
I.6.1. Géologie régionale .....	9
I.6.2. Géologie locale .....	9
□ monts de Tiaret .....	9
□ plateau de Sersou .....	9
□ monts du Nador.....	9
□ Chott Chergui.....	9
□ Plateau d'Aïn Deheb .....	10
□ Piedmont Méridional .....	10
□ Le domaine Pré-Atlasique.....	10
I.6.3. Lithologie des formations géologiques .....	11
□ Jurassique inférieur-Moyen.....	11
□ Jurassique supérieur .....	11
□ Crétacé .....	12
□ Eocène (Yprésien et Lutétien inférieur).....	12
□ Miocène.....	12
□ Quaternaire.....	12
I.6.4. Aperçu tectonique .....	13

I.6.5. Relief de la wilaya.....	14
I.7. Pédologie.....	14
Conclusion.....	14

## **Chapitre II : Climatologie**

Introduction .....	17
II.1. Etude climatique de la zone d'étude .....	17
II.2. Facteurs climatiques .....	17
II.2.1. Précipitations .....	17
II.2.1.1. Analyse des données pluviométriques moyennes annuelles .....	17
II.2.1.2. Analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles.....	18
II.2.1. 3. Analyses des données pluviométriques saisonnières.....	19
II.2.1.4. Calcul du coefficient pluviométrique .....	20
II.2.2. Température.....	22
II.2.3. Evaporation.....	22
II.2.4. Relation Température – Précipitation .....	23
II.2.4.1. Diagramme Ombro-thermique de Gaussen .....	23
II.2.5. Relation Température-Evaporation .....	24
II.2.6. Indice d'aridité de MARTOUNE .....	25
II.3.1. Bilan hydrique .....	26
II.3.2. Détermination des paramètres du bilan .....	26
II.3.2.1. Evapotranspiration potentielle (ETP) .....	26
II.3.2.2. Evapotranspiration réelle (ETR).....	27
II.3.2.3. Ruissellement.....	27
II.3.2.4 Infiltration (I).....	27
Conclusion.....	29

## **Chapitre III : Hydrologie et Hydrogéologie**

Introduction .....	32
III.1. Présentation du bassin versant d'Oued Mina .....	32
III.1.1. Situation géographique.....	32
III.1.2. Caractéristiques physiographiques du bassin .....	34
III.1.3. Génération des bassins versant.....	34
III.2. Principaux aquifères de bassin .....	35
III.2.1. Formations alluvionnaires (galets) .....	35
III.2.2. Aquifère du sénonien.....	36

III.2.3. Formations du Lusitanien et du Kimméridgien.....	36
III.2.4. Formations du Callovo-oxfordien et du tertiaire.....	36
III.2.5. Aquifère de l'oxfordien.....	36
III.2.5.1. Grés tendre .....	36
III.2.5.2. Argiles gréseuses .....	37
III.2.5.3. Dolomies d'el Gaada .....	37
III.2.6. Aquifère de l'Aalino-Bajo-Bathonier.....	37
III.3. Ressource en eau souterraine .....	37
III.4. Réseau hydrographique .....	38
III.5. Les ressources en eau superficielles.....	39
III.5.1. Barrage Bekhadda .....	39
III.5.2. Barrage S.M.Ben Aouda (SMB) .....	39
Conclusion.....	41

## **Chapitre IV : Hydrochimie**

Introduction .....	43
IV.1. Echantillonnage et choix du prélèvement .....	43
IV.2. Paramètre physico-chimique.....	44
□ Température (C°) .....	44
□ Potentiel d'hydrogène pH .....	45
□ Conductivité électrique (CE) .....	46
□ L'oxygène dissous (O <sub>2</sub> %) .....	47
□ Dureté totale.....	48
□ Chlorure .....	50
□ Manganèse et Calcium.....	50
□ Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l).....	51
□ Alcalinité.....	52
□ Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	53
□ Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	53
□ Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	54
□ phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ).....	55
Conclusion.....	55
Conclusion générale .....	58

[Annexe .....](#)

[Résumé .....](#)

[Références bibliographiques](#)

## Listes des figures

<b>Figure I.1:</b> situation géographique de la wilaya de Tiaret.....	3
<b>Figure I.2:</b> Carte de localisation de barrage Bekhadda et son réseau d'alimentation. ....	4
<b>Figure I.3:</b> Photo du barrage Bekhadda .....	6
<b>Figure I.4:</b> Situation des massifs forestiers dans la Wilaya de Tiaret. ....	8
<b>Figure I.5:</b> Délimitation de la zone d'étude (massif forestier des monts de Tiaret 1/50.000)...	8
<b>Figure I.6 :</b> La carte lithologique de la région de Tiaret. ....	11
<b>Figure I.7 :</b> Coupe Litho-stratigraphique locale de Tiaret.....	13
<b>Figure II.1 :</b> Histogramme des précipitations moyennes annuelles (mm) de la station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	18
<b>Figure II.2 :</b> Variabilité des précipitations moyennes mensuelles (mm) de la station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	19
<b>Figure II.3 :</b> Distribution des précipitations moyennes saisonnières de la station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	19
<b>Figure II.4:</b> Les coefficients pluviométriques de la station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	21
<b>Figure II.5 :</b> Histogramme des températures moyennes mensuelles (C°) de la station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	22
<b>Figure II.6 :</b> Courbe de l'évaporation moyenne mensuelle de station de barrage Bekhadda (1984-2017). ....	23
<b>Figure II.7:</b> Diagramme Ombro-thermique de la station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	24
<b>Figure II.8 :</b> Courbe de relation entre la température et évaporation de station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	24
<b>Figure II.9 :</b> Abaque d'indice d'aridité annuel de MARTOUNE. ....	26
<b>Figure II.10 :</b> Bilan hydrique de Thornthwaite de station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	28
<b>Figure II.11 :</b> Représentation graphique du bilan hydrique selon C.W Thornthwaite de station du barrage Bekhadda (1984-2017). ....	29
<b>Figure III.1 :</b> Limites et unités géographiques d'Oued Mina.....	33
<b>Figure III.2:</b> Limites du bassin et les sous bassins déterminée par WMS. ....	35

<b>Figure III.3:</b> Unités hydrogéologiques du bassin versant de l'oued Mina à la confluence du Cheliff.....	38
<b>Figure III.4:</b> Profil du cours d'eau principal du bassin versant .....	39
<b>Figure III.5:</b> Sous bassins des barrages existant dans la région d'étude et le réseau hydrographique (les barrages sont considérés exutoires).....	40
<b>Figure IV.1 :</b> Variation de la température de l'eau du barrage Bekhadda. ....	45
<b>Figure IV.2:</b> Variation de pH de l'eau du barrage Bekhadda durant la période de prélèvement. ....	46
<b>Figure IV.3:</b> Variation de la CE des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	46
<b>Figure IV.4:</b> Variation de l'O <sub>2</sub> dissous des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	47
<b>Figure IV.5:</b> Variation de la turbidité des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	48
<b>Figure VI.6:</b> Variation de la Dureté Totale des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	49
<b>Figure IV.8:</b> Variation de chlorure des eaux brutes de barrage Bekhadda.....	50
<b>Figure VI.7:</b> Variation de Matière Organique des eaux brutes de barrage Bekhadda.....	49
<b>Figure VI.9:</b> Variations des Manganèse et Calcium des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	51
<b>Figure VI.10:</b> Variation de Sulfate des eaux brutes de barrage Bekhadda.....	52
<b>Figure VI.11:</b> Variation de l'Alcalinité des eaux brutes de barrage Bekhadda.....	52
<b>Figure VI.12:</b> Variation de Nitrites des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	53
<b>Figure VI.13:</b> Variation de Nitrates des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	54
<b>Figure VI.14:</b> Variation d'Azote ammoniacal des eaux brutes de barrage Bekhadda. ....	54
<b>Figure VI.15:</b> Variation de PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> des eaux brutes de barrage bekhadda.....	55

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1:</b> Perspective démographique de la commune de Tiaret période (2008-2040).....	6
<b>Tableau I.2:</b> Répartition générale des terres de la wilaya de Tiaret.....	7
<b>Tableau II.1:</b> Caractéristiques géographiques de la station météorologique du barrage Bekhadda. ....	17
<b>Tableau II.2 :</b> Coefficients pluviométriques de la station du barrage Bekhadda (1984-2017). .....	20
<b>Tableau II.3 :</b> Valeurs du bilan hydrique de la zone d'étude par la formule de Thornthwite..	28
<b>Tableau IV.1:</b> Prises des prélèvements .....	43
<b>Tableau IV.2:</b> Normes algériennes de qualité des eaux de surface des paramètres physico-chimique. ....	44

## Liste des Abréviations

**AD** : Année Déficitaire.

**ADE**: Algérienne des eaux.

**AE** : Année Excédentaire.

**AEP**: Alimentation en eau potable.

**ANBT**: Agence National des Barrages et Transfert.

**BH**: Bilan Hydrique.

**C°**: Degré Celsius.

**Ca<sup>2+</sup>** : Calcium.

**CE**: Conductivité électrique.

**Cl** : Chlorure.

**Cp**: Coefficient pluviométrique.

**Dd** : Densité de drainage.

**DRE**: direction des ressources en eau.

**Ds** : Dénivelée spécifique.

**ETP**: Evapotranspiration potentiel.

**ETR**: Evapotranspiration réelle.

**Ha** : Hectare.

**I**: Infiltration.

**JORA**: Journal officiel de la république Algérienne.

**KG** : Indice de compacité de Gravelius.

**Km** : Kilomètre.

**Km<sup>2</sup>** : Kilomètre carré (superficie).

**mm** : Millimètre.

**mg/L** : Milligramme par litre.

**N:** Nord.

**NH<sup>4+</sup>** : Azote ammoniacal.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrites.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrates.

**O<sub>2</sub>** : Oxygène dissous.

**OMS:** Organisation mondiale de la santé.

**P:** Précipitation.

**pH** : potentiel d'Hydrogène.

**PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>** : Phosphate.

**R:** Ruissellement.

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Sulfates.

**µm /cm** : microséismes par centimètre.

**T°** : Température.

**TA:** Titre alcalin.

**TAC:** Titre alcalin complet.

**%:** Pourcentage.

# **Introduction générale**

### Introduction générale

L'eau est une ressource indispensable à la vie humaine, mais y avoir accès n'est pas à la portée de tous. Toutes les grandes civilisations sont nées grâce à la maîtrise de l'eau.

Pendant longtemps, aller chercher de l'eau à la rivière, au puits ou à la fontaine fut une occupation quotidienne des populations.

Les ressources naturelles en eau sont constituées d'eaux souterraines et superficielles. Elles sont prélevées pour être destinées à la consommation humaine, l'agriculture ou l'industrie (**Ouattara et al, 2012**).

Les eaux de surface ont été utilisées ces dernières années à différentes fins telles que l'irrigation, l'abreuvement et l'industrie. En raison de l'augmentation de la pollution, l'eau douce est devenue un problème mondial (Singh et mathur, 2005). En Algérie, des investissements considérables ont été consacrés à la construction de barrage. Cependant, la qualité de ces eaux s'est dégradée face à l'augmentation des activités humaines. En outre, l'utilisation de quantités exerçantes d'engrais et de pesticides sur les terres agricoles de grands impacts sur les ressources en eau de surface (**Achour, 2001**).

En Algérie et particulièrement dans l'est du pays des études sur la qualité physico-chimique des eaux de barrage ont été réalisées afin d'évaluer sa potabilité, son aptitude à l'irrigation et par conséquent son impact sur la santé humaine et l'environnement (**Allalgua et al, 2017 ; Kahoul and Touhami, 2014**).

L'originalité de cette étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux brutes de barrage Bekhadda, l'un ce barrage le plus important de la région de Tiaret.

Le contenu de cette étude s'articule en quatre chapitres :

Le premier chapitre a pour objet : la présentation du cadre physique de la willaya de Tiaret

Le deuxième chapitre : L'étude climatologique de barrage.

Le troisième chapitre Hydrologie et hydrogéologie.

Etude hydro-chimique ou on a présenté les analyses des paramètres physicochimique de l'eau du barrage pour évaluer la qualité de l'eau et enfin une conclusion récapitulative Les résultats et leurs interprétations font l'objet du quatrième chapitre.

## **Chapitre 01 :**

### **Cadre géographiques de la zone d'étude**

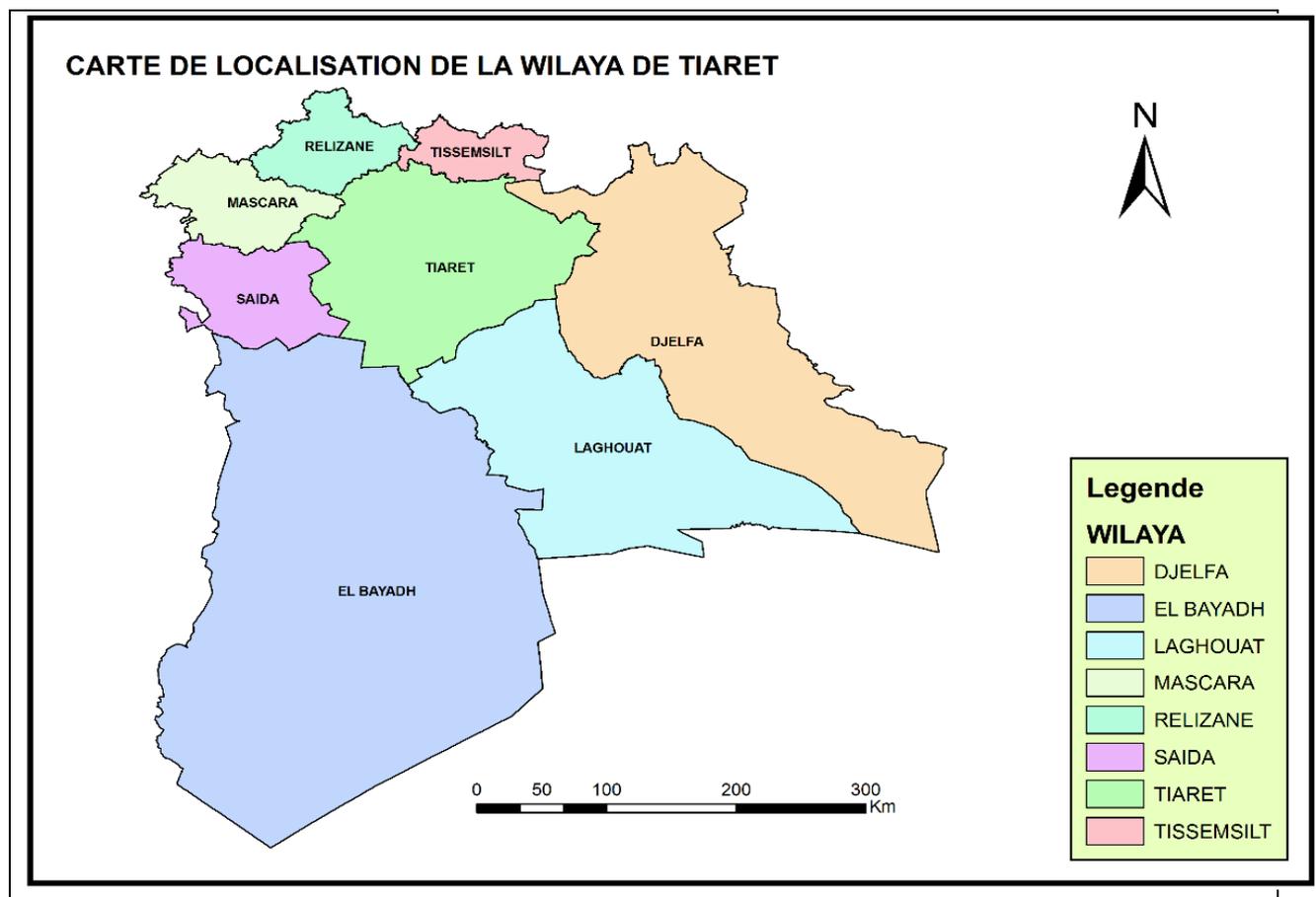
## Introduction

Les études physiques et géologiques sont de base pour connaître le mouvement et l'écoulement des eaux souterraines. Ainsi, nous allons dans ce chapitre représenter le relief, le réseau hydrographique, les formations géologiques et les activités humaines dans la zone d'étude.

### I.1. Situation géographique de la zone d'étude

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 (fig I.1).

Tiaret occupe une superficie de 20.086,62 km<sup>2</sup>, 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 (SOT, 2014).



**Figure I.1:** situation géographique de la wilaya de Tiaret (SOT, 2021).

### I.2.1. Présentation du Barrage Bekhadda Tiaret

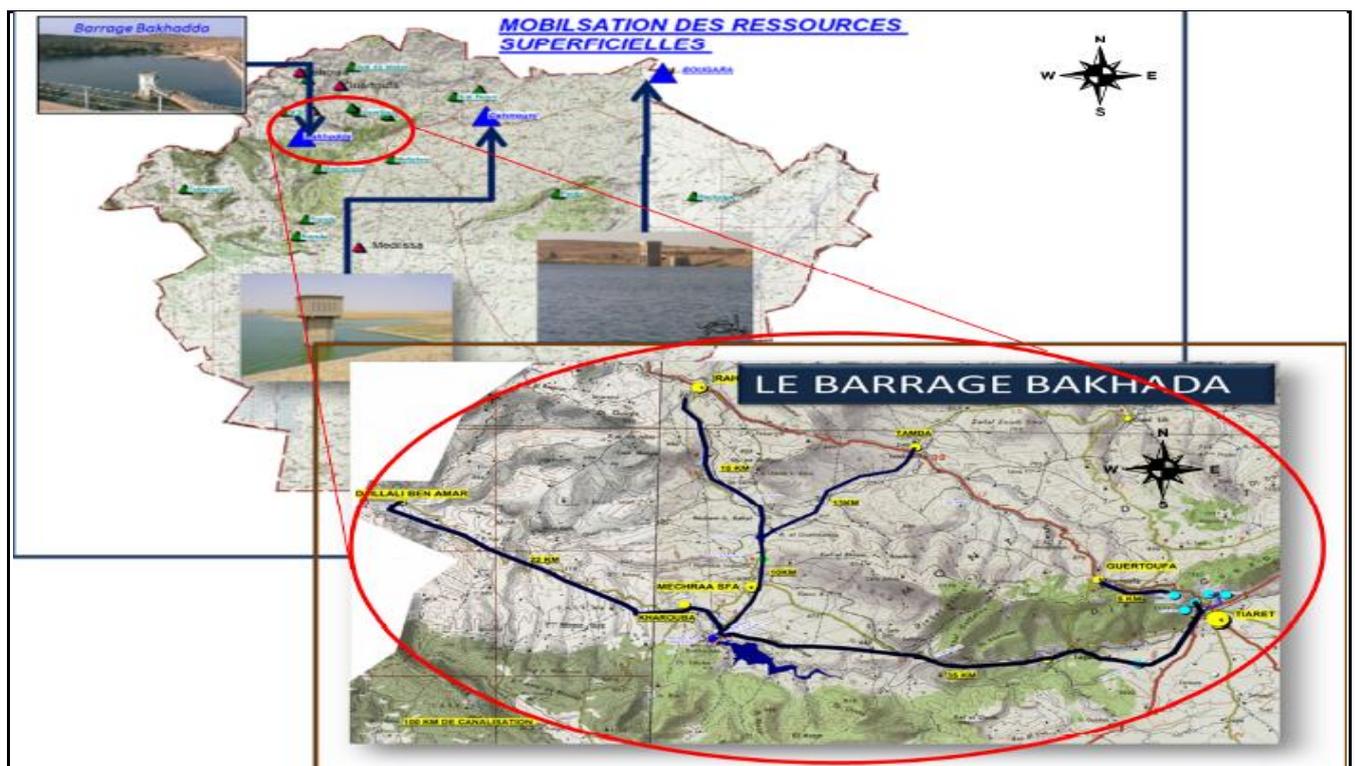
D'après ANBT 2021, le Barrage bekhadda se situe à l'ouest de l'Algérie à 40 Km à l'ouest de la ville de tiaret dans la commune de Mechraa Sfa à une altitude de 665 mètres. Le barrage est destiné à AEP des localités de Tiaret, Rahouia, Mechraa Sfa, Djillali Ben Ammar, Kharouba, Guertoufa et Temda, a pour but de stocker les eaux de l'oued Mina, affluent de l'oued Chellif. Il est essentiellement destiné à :

- L'irrigation de 500 Ha.
- L'alimentation en eau potable de Rahouia et Mechraa Sfa.

Ce barrage se trouve sur le cours d'eau supérieur de la Mina (affluent de l'oued Chellif), il est un barrage en enrochement à masque amont, de 45 mètre de haut (fig I.2 et I.3).

Le masque étanche d'une technique un peu plus ancienne, est en béton armé souple.

La surélévation du barrage sur la haute mina : en 1960 fut un travail intéressant puisqu'il permis, moyennant une dépense relativement faible, d'augmenter de 14 millions de m<sup>3</sup> la capacité de la retenue, celle-ci étant portée de 37 à 51 millions de m<sup>3</sup>.



**Figure I.2:** Carte de localisation de barrage Bekhadda et son réseau d'alimentation (Mostafa et mourah, 2016).

### I.2.2. Historique

En 1869, premier projet de construction d'un barrage sur la Mina abandonné par la suite, et en 1921 la délégation Financière Algériennes adoptent un programme de grands travaux s'échelonnant sur 16 ans et comprenant en particulier la construction d'un Barrage sur la Mina 1923 des considérations Topographiques amènent à choisir le site actuel.

En 1925-1927 exécution des sondages de reconnaissance, janvier 1927 ouverture du concours octobre de la même année le jugement d'où l'administration se trouve en possession de 22 projets déférents dont 10 projet d'ouvrage en Béton ou Béton armé et 12 projets d'ouvrages en enrochements ,l'Administration adopte définitivement le type d'ouvrage en enrochement avec masque amant étanche et les travaux ont été confié à la Société des grands Travaux de Marseille pour une durée de 45 mois,1928-1936 la construction (les études complémentaires prouvèrent que les terrains de fondations n'étaient pas du tous ceux que l'on attendait ce qui ramènent a des modifications sérieuses du plan initial ce qui engendre ce retard,1936 la mise en eau définitive ,1958-1962 une surélévation de 5 mètres pour amener la capacité initiale de 36 Millions de mètres cubes à 56 Millions mètres cubes(ANBT, 2021).

### I.2.3. Fiche technique de barrage Bekhadda

- Nom de plan d'eau : Barrage Bekhadda.
- Type : en enrochement avec masque étanche en béton armé disposé sur le parement amont.
- Situation : 40 km à l'Ouest de Tiaret.
- Les coordonnées géographiques (Coordonnées Lambert) :
  - X : 349,000 Km
  - Y : 228,750 Km
  - Z : 545 m
- Entreprise de réalisation : la société des grands travaux de Marseille en 1936.
- Capacité portante : 45.143 Hm<sup>3</sup>.
- Volume régularisable : 43 Hm<sup>3</sup>.
- Dévasement : chasse d'eau par les vidanges.
- Degré d'envasement : 10% (0.22 Hm<sup>3</sup> /An).
- La surface de Bassin Versant : 1283 km<sup>2</sup>.

- La source d'approvisionnement en eau : Oued Mina.
- Utilisation : AEP, irrigation et industrie.
- Disponibilité de terrains susceptibles de faire l'objet d'un aménagement piscicole : oui.
- Altitude de la retenue maximale : 584.75 m.
- Surface de la retenue au niveau maximum : 451.6 ha.
- Capacité totale et utilisable du réservoir : 46 millions de m<sup>3</sup>.



**Figure I.3:** Photo du barrage Bekhadda (Photo prise par ELHADJ, BOUALAM et KADI ,23 mai 2021)

### I.3. Population

La wilaya de Tiaret compte presque 1006246 habitants sur une superficie de 20.086,62km<sup>2</sup> .La densité de population de la Wilaya de Tiaret est donc de 50,09 habitants par km<sup>2</sup> .Ce fut 2.25% de la totale population de Algérie (**Hales et Bensedik, 2020**).

**Tableau I.1:** Perspective démographique de la commune de Tiaret période (2008-2040).

	2008	2013	2018	2020	2025	2030	2035	2040
<b>Population</b>	846823	902674	979676	1006242	1077446	1147876	1220841	1298970

Source: (**Hales et Bensedik, 2020**).

### I.4. 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 (**Draouache et Gharbi ,2019**).

**Tableau I.2:** Répartition générale des terres de la wilaya de Tiaret.

Surface agricole totale S.A.T (ha)	Surface agricole Utile S.U.T (ha)	Foret (ha)	Pacages et parcours (ha)	Terres Incultes (ha)
7162	7112	2341.65	692	2076.35

Source :(**Draouache et Gharbi ,2019**).

### I.5. Massifs forestiers

Selon sa position géographique à l'ouest des hauts plateaux entre les chaines montagneuses Telliennes et Sahariennes, la wilaya subit plusieurs facteurs de dégradation des espaces forestiers (incendies, défrichements...ect) (fig.04)

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 Charguis.
- Massif forestiers de Sdams Gharbi-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**).

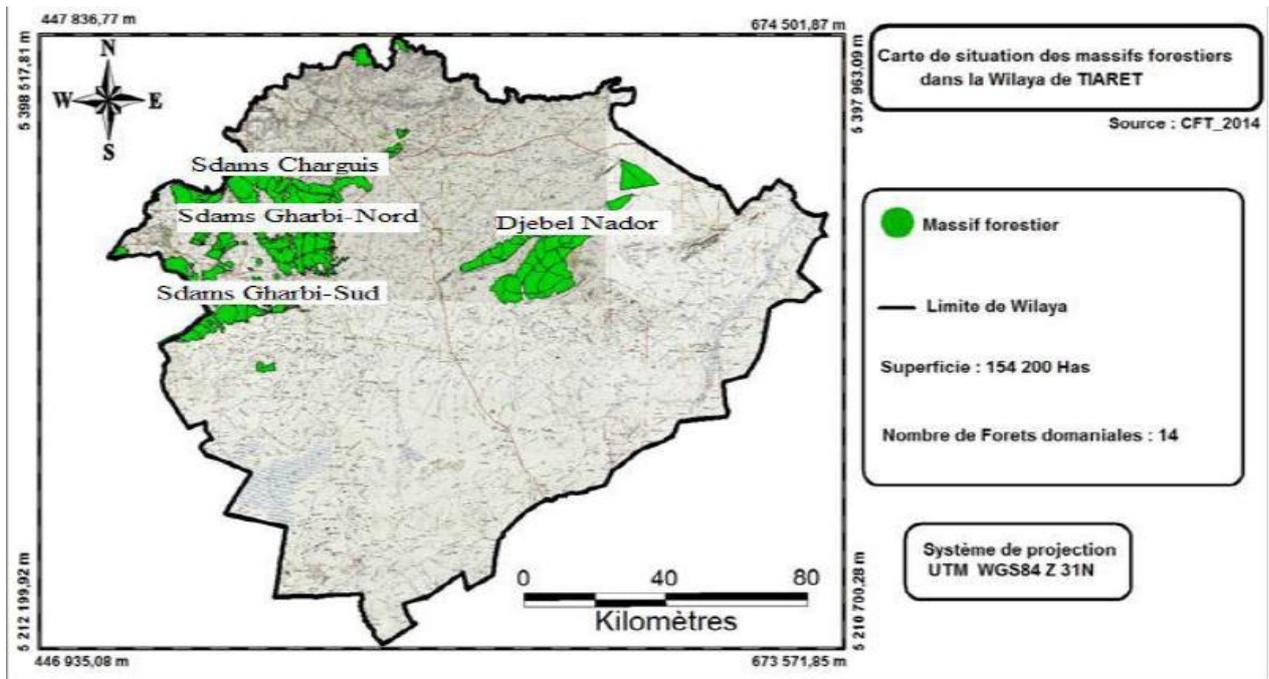


Figure I.4: Situation des massifs forestiers dans la Wilaya de Tiaret (CFT, 2014).

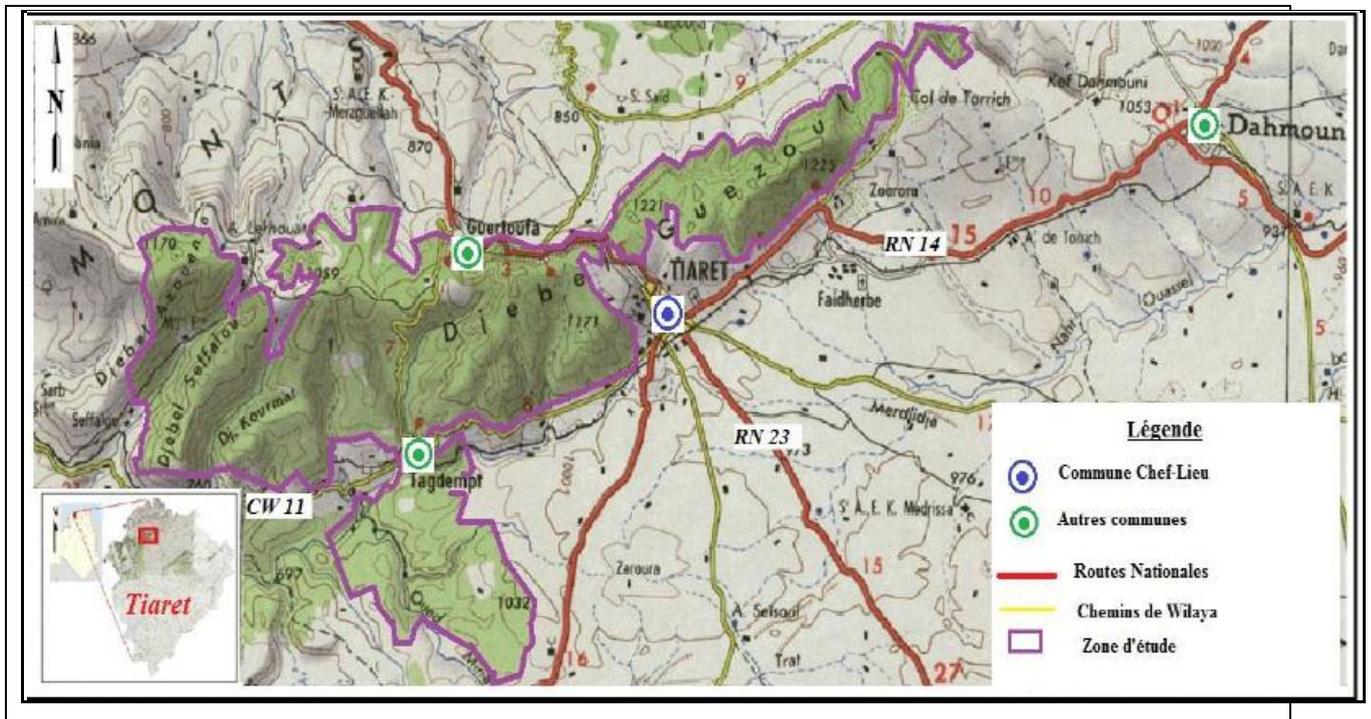


Figure I.5: Délimitation de la zone d'étude (massif forestier des monts de Tiaret 1/50.000) (CFT, 2014).

### I.6. 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.6.1. 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 (**Ouedraogo et Arraria ,2018**).

### I.6.2. Géologie locale

#### ➤ 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, le Tiguigest et le Tamda. Sur ces montagnes apparaissent le Barrage Bekhadda 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 Ouest- 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 45km 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 Jurassico-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-Atlassienne. Le

flanc Sud est traversé par une grande fracture qui met en contact le domaine Atlassien et le domaine Pré-Atlassien (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 d'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 Nador et 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 Kermes 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 Toual. 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 Ez Zoubiat et Faïd 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 Layoune, 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 Tiguiguet, 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**).

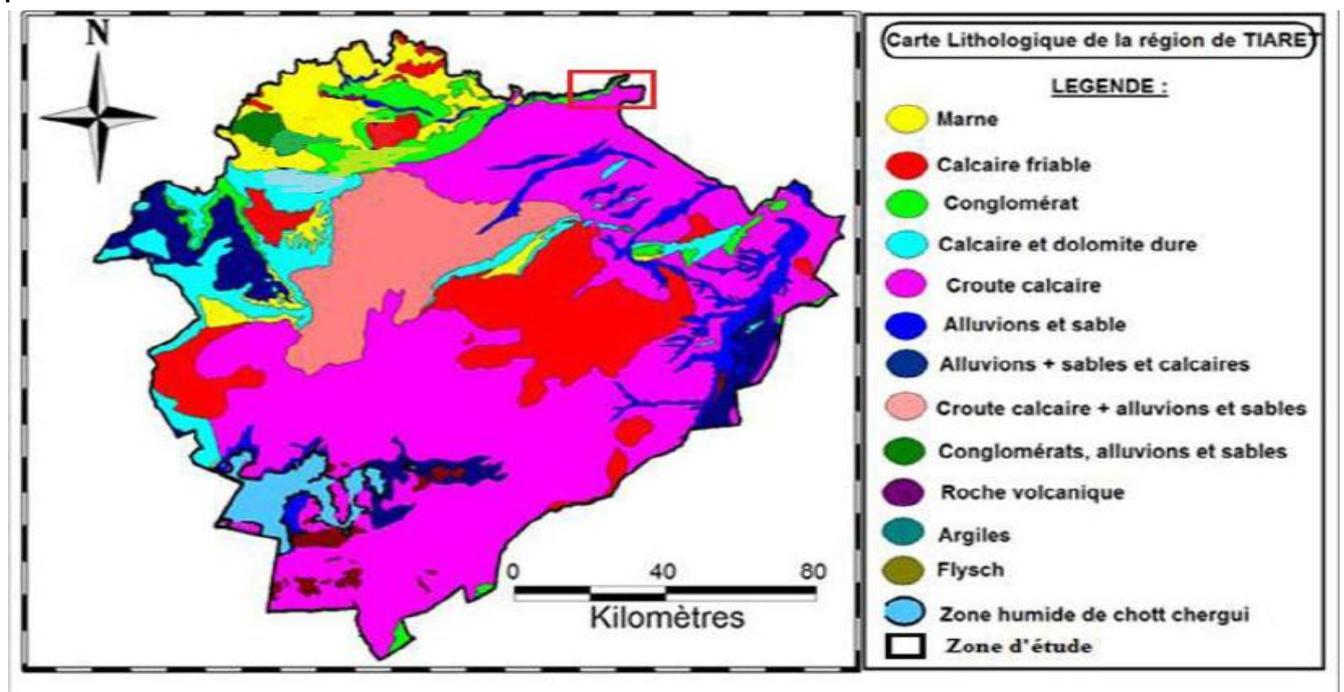
➤ **Le domaine Pré-Atlasique**

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).

### I.6.3. 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 (fig I.6).



**Figure I.6 :** 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 (Draouache et Gharbi, 2019).

#### ➤ 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 Malme est une lithologie composé des argiles, des grés, du calcaire et des marnes.

Egalement, le Kimméridgien présente des dolomies calcaires et des argiles. Enfin, au Tithonien on a des dolomies cristallines, des calcaires et des marnes (**Draouache et Gharbi, 2019**).

➤ **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 calcaires 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 (**Draouache et Gharbi, 2019**).

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

Ce sont des formations calcaire-marneuse localisé au niveau de l'oued Salinasse (**Draouache et Gharbi, 2019**).

➤ **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 (**Draouache et Gharbi, 2019**).

➤ **Dépôts du Plio-Quaternaire**

Ils sont constitués de cailloutis (grés et conglomérats) et marne (**Draouache et Gharbi, 2019**).

➤ **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 marne (fig I.7) (**Draouache et Gharbi, 2019**).

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
Cénomanién		150 m	Calcaires marneux fissurés
		30 m	Dolomies+ calcaires
		10 m	Lumachelles
Crétacé inférieur Jurassique supérieur		150 m	Argiles gréseuses
		100 m	Grés
		20 m	Dolomies cristallisées

Figure I.7 : Coupe Litho-stratigraphique locale de Tiaret (Bouchentouf, 1982).

#### I.6.4. 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.6.5. 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 Soussalem, Rechaiga, la vallée d'oued Mina avec ses affluents, la zone des expérimentations d'aménagement de la steppe, la sous zone périphérique du Chott Chergui abritant le périmètre aménagé d'Ain Skhouana et les sebkhass (**Ouedraogo et Arraria ,2018**).

### I.7. 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 Tiaret apparait comme était un centre de liaison important entre plusieurs wilaya et zone de contact entre le sud et le nord.

- ✓ La population totale est estimée à 1006246 habitant soit une densité 50 habitants par Km<sup>2</sup>.

- ✓ La wilaya recèle d'importantes potentialités naturelles notamment 1.609.900 Ha de terres agricoles.
- ✓ Le relief de Tiaret qui est hétérogène est matérialisé par :
  - Une zone de montagne au nord.
  - Des hautes plaines au centre.
  - Des espaces semi arides au sud.
- ✓ La formation géologique de zone d'étude est subdivisée en deux domaines : le domaine tellien et domaine pré-atlasique.

**Chapitre II :**

**Climatologie**

## Introduction

Le climat, de façon générale, est primordiale; l'étude hydroclimatique est importante pour toute l'étude hydrogéologique car elle nécessite la connaissance des plusieurs facteurs climatique tel que : les précipitations, la température et l'évapotranspiration.

### II.1. Etude climatique de la zone d'étude

Les données climatiques retenues pour caractériser le climat sont celles de la station météorologique située à proximité de la zone d'étude (**Mostefa et Mourah, 2016**).

Notre étude climatique est basée sur des données qui s'étendant avec d'observation de 33 ans (1884 – 2017).

**Tableau II.1:** Caractéristiques géographiques de la station météorologique du barrage Bekhadda.

Nom de station	Coordonnées UTM			Altitude (Z)	Période d'observation
	X	Y	Zone		
Barrage Bekhadda	321690,71 m	3913239,25 m	31 S	607 m	1984-2017

Source : ANBT, 2016.

### II.2. Facteurs climatiques

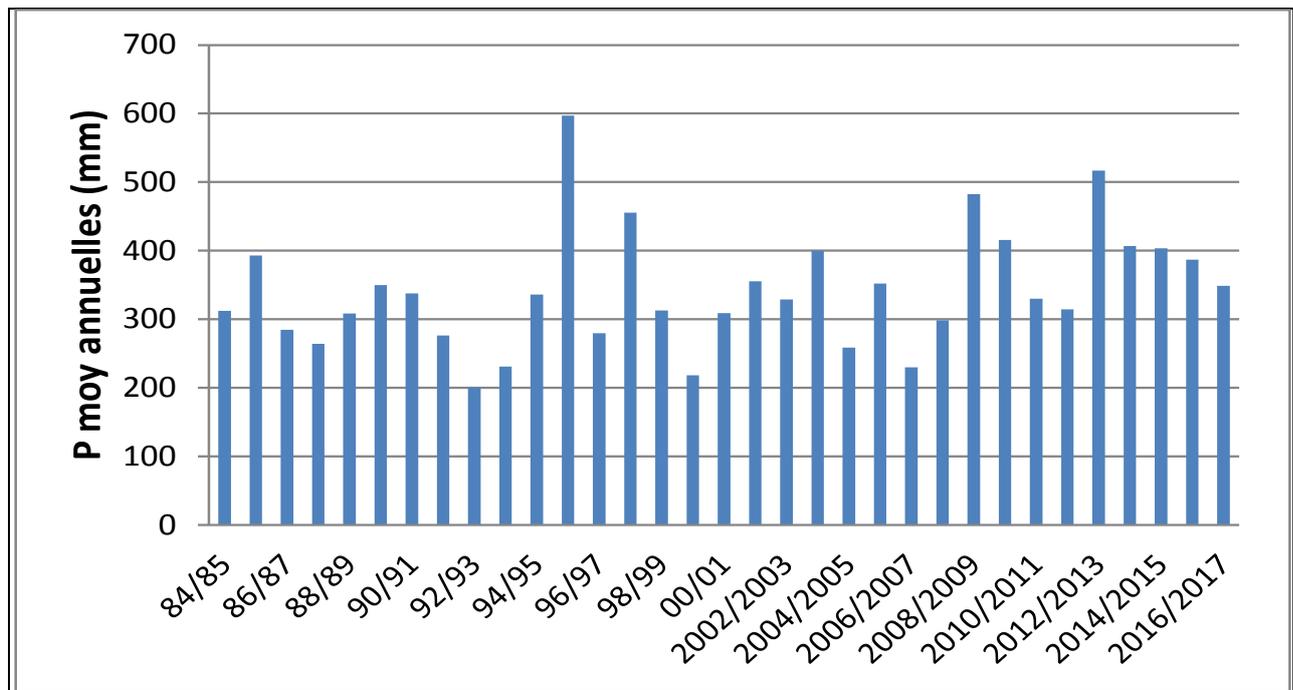
Les facteurs climatiques jouent un grand rôle déterminant dans l'alimentation des nappes souterraines par le biais de l'infiltration; cette dernière dépend directement du taux des précipitations efficaces tombées dans la région (**Hales et Bensedik, 2020**).

#### II.2.1. Précipitations

Les précipitations jouent le rôle principal dans l'alimentation des cours d'eau et les nappes souterraines (**Baziz N, 2008**).

##### II.2.1.1. Analyse des données pluviométriques moyennes annuelles

Les données moyennes annuelles des précipitations de la station du barrage Bekhadda sont consignées dans la figure II.1 suivant :

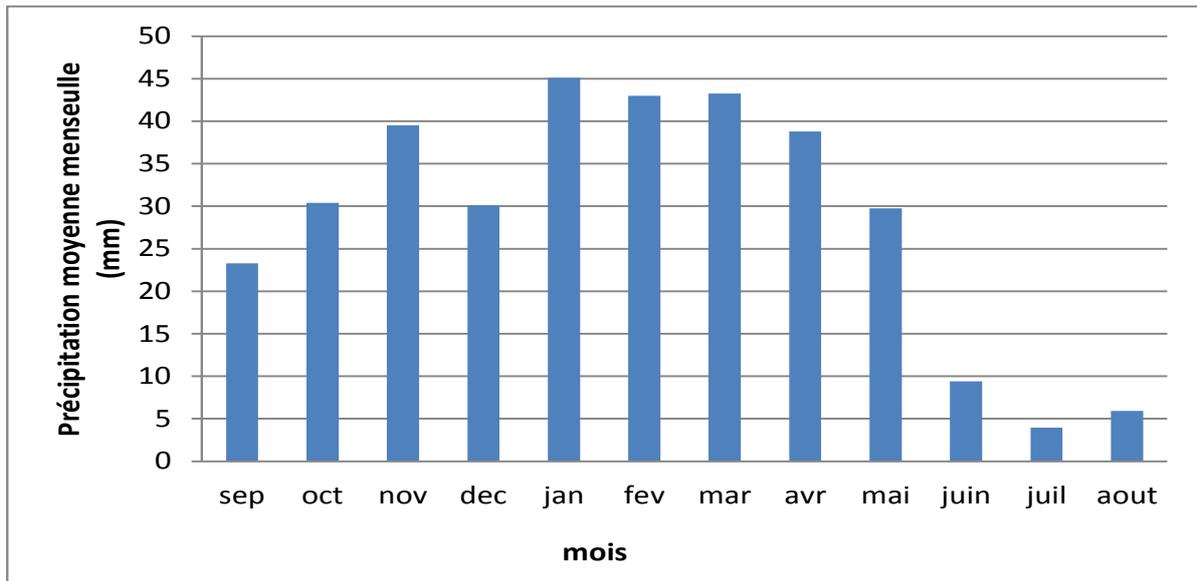


**Figure II.1 :** Histogramme des précipitations moyennes annuelles (mm) de la station du barrage Bekhadda (1984-2017).

Dans la période (1984-2017), l'analyse des précipitations annuelles montre que l'année (1995-1996) est l'année la plus arrosée avec 597,1 mm/an alors que l'année (1992-1993) est la plus sèche avec 201 mm/an. La moyenne des précipitations annuelle est de 342.4 mm.

### II.2.1.2. Analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles

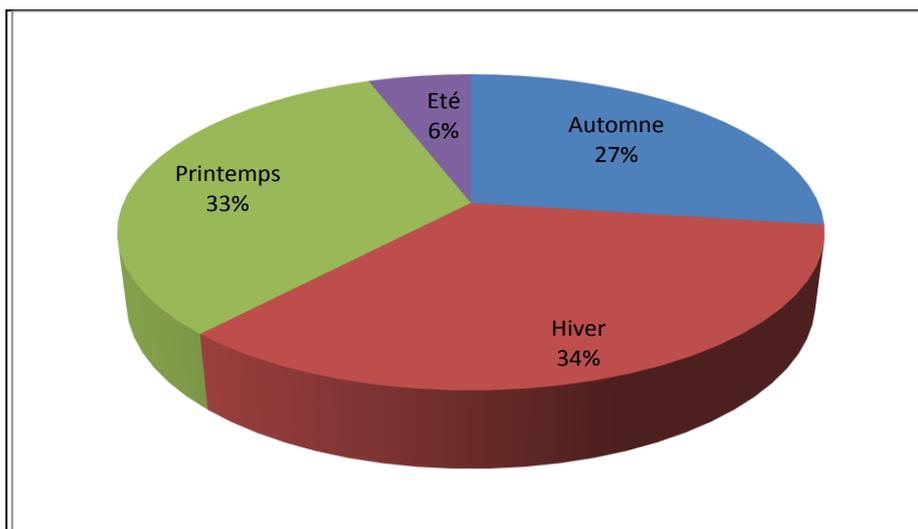
Les résultats du tableau et l'histogramme, montrent que les variations des précipitations moyennes mensuelles, est remarque un maximum de l'ordre de 45,09 mm au mois de janvier, et la valeur minimale au mois de juillet de l'ordre de 3,94 mm.



**Figure II.2 :** Variabilité des précipitations moyennes mensuelles (mm) de la station du barrage Bekhadda (1984-2017).

### II.2.1. 3. Analyses des données pluviométriques saisonnières

Répartition des pluies de l'année pour chaque saison est faite suivant les saisons (**Automne:** sep-oct-nov, **l'hiver:** dec-jan-fev, **printemps:** mars-avr-mai, **l'été:** juin-juil-aout).



**Figure II.3 :** Distribution des précipitations moyennes saisonnières de la station du barrage Bekhadda (1984-2017).

Selon les données du fig II.3, nous constatons que la saison d'hiver a été plus pluvieuse avec 118,15 mm et 34,51% pour les autres saisons dans la zone d'étude.

L'automne est une saison légèrement pluvieuse de 93,18 mm et 27,21%.

L'été est la saison sèche avec seulement 19,27 mm et un pourcentage 5,63.

#### II.2.1.4. Calcul du coefficient pluviométrique

Le calcul du coefficient pluviométrique permet de déterminer si l'année est déficitaire ou excédentaire, il est défini par le rapport de la pluviométrie d'une année ( $H_i$ ) et la pluviométrie moyenne ( $h$ ) pour une période de  $h$  années (Mebarkia, 2011).

$$H = H_i/h$$

$CP = P/P_{\text{moy}}$   $\longrightarrow$  sachant que:

**CP**: coefficient pluviométrique.

**P** : pluviométrie interannuelle en (mm).

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

- $C_p > 1$  ===== Une année excédentaire (AE).
- $C_p < 1$  ===== Une année déficitaire (AD).

**Tableau II.2** : Coefficients pluviométriques de la station du barrage Bekhadda (1984-2017).

Année	Lame précipi	CP	Type d'année	année	Lame précipi	CP	Type d'année
<b>84/85</b>	312,45	0,91	AD	<b>01/02</b>	355,5	1,03	AE
<b>85/86</b>	393,2	1,14	AE	<b>02/03</b>	329,1	0,96	AD
<b>86/87</b>	284,48	0,83	AD	<b>03/04</b>	399,8	1,16	AE
<b>87/88</b>	264,3	0,77	AD	<b>04/05</b>	258,8	0,75	AD
<b>88/89</b>	308,4	0,90	AD	<b>05/06</b>	352,2	1,02	AE
<b>89/90</b>	350	1,02	AE	<b>06/07</b>	230,1	0,67	AD
<b>90/91</b>	337,8	0,98	AD	<b>07/08</b>	298,8	0,87	AD
<b>91/92</b>	276,37	0,80	AD	<b>08/09</b>	482,6	1,40	AE
<b>92/93</b>	201	0,58	AD	<b>09/10</b>	415,9	1,21	AE
<b>93/94</b>	231	0,67	AD	<b>10/11</b>	330	0,96	AD

<b>94/95</b>	336,2	0,98	AD	<b>11/12</b>	314,8	0,91	AD
<b>95/96</b>	597,1	1,74	AE	<b>12/13</b>	516,8	1,50	AE
<b>96/97</b>	279,7	0,81	AD	<b>13/14</b>	406,6	1,18	AE
<b>97/98</b>	455,6	1,33	AE	<b>14/15</b>	403,5	1,17	AE
<b>98/99</b>	312,8	0,91	AD	<b>15/16</b>	387,2	1,13	AE
<b>99/00</b>	218,6	0,63	AD	<b>16/17</b>	348,9	1,01	AE
<b>00/01</b>	309,3	0,90	AD	<b>Moy P</b>	342,4	/	/

D’après le tableau II.2 et l’analyse de fig II.4, nous remarquons que :

- Il y a 19 années déficitaires AD présentant un coefficient pluviométrique annuel inférieur à 1 et l’année (1992-1993) la plus sèche.
- Il y a 14 années excédentaires AE présentant un coefficient pluviométrique annuel supérieur à 1 et l’année (1995-1996) la plus arrosées.

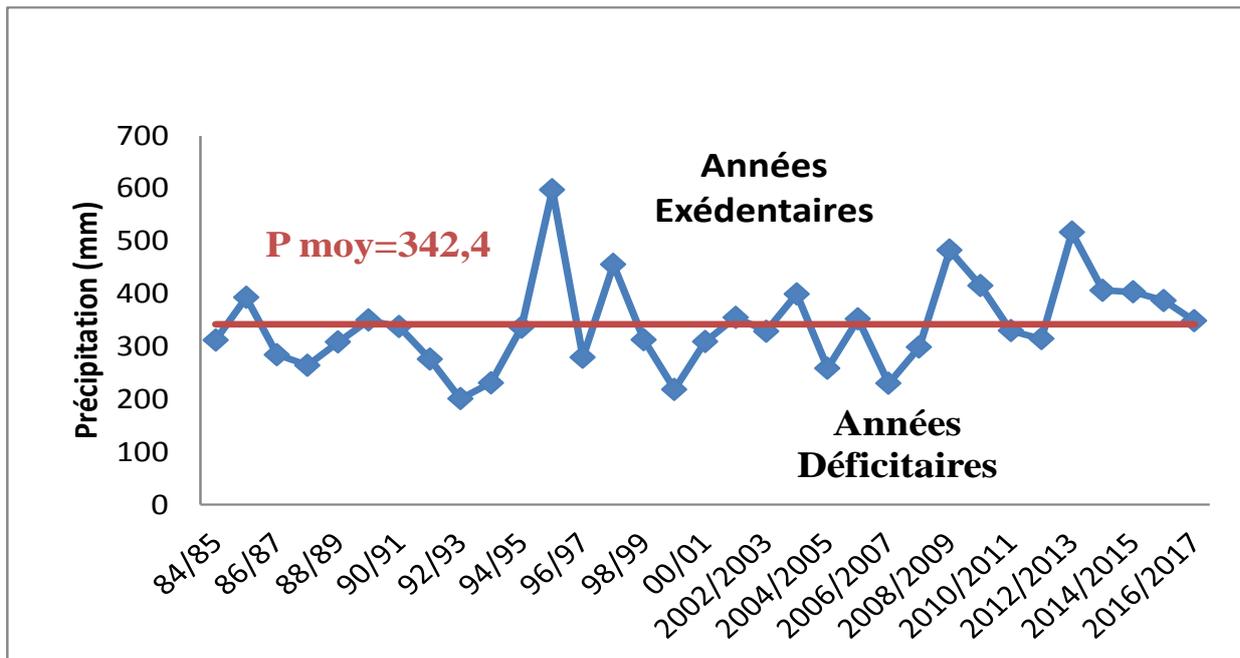
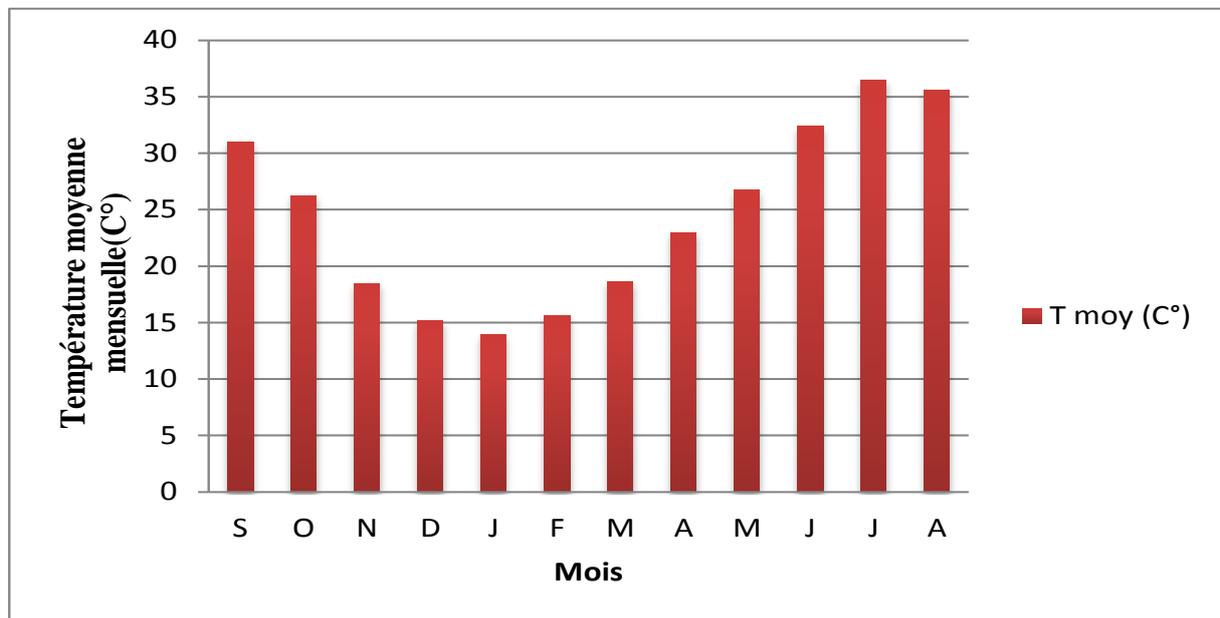


Figure II.4: Les coefficients pluviométriques de la station du barrage Bekhadda (1984-2017).

### II.2.2. Température

La température 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 (Draouache et Gharbi, 2019).



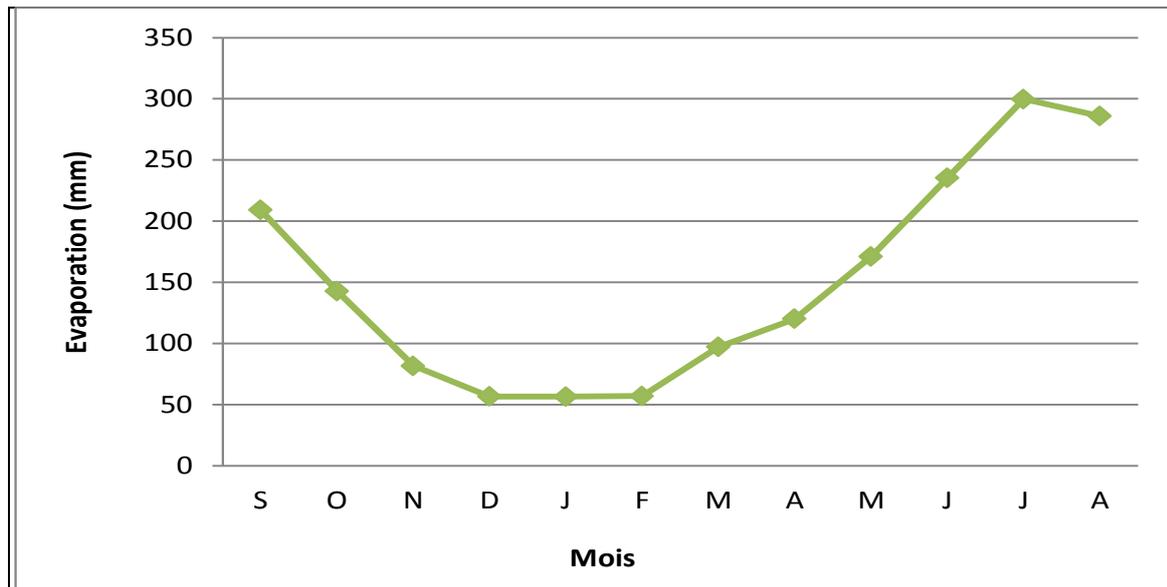
**Figure II.5 :** Histogramme des températures moyennes mensuelles (C°) de la station du barrage Bekhadda (1984-2017).

Les moyennes mensuelles des températures confirment que : le mois de janvier est le plus froid avec une valeur qui atteint 13,96 C° et le mois de juillet est le plus chaud de l'année, car les températures moyennes les plus élevées se situent au juillet avec une maximum valeur 36,47 C°.fig II.5

Nous remarquons ainsi, la température moyenne durant la période (1984-2017) est de l'ordre de 24,42C°.

### II.2.3. Evaporation

L'évaporation est la perte en eau subie par la surface d'eau libre et représente la transformation de l'eau en vapeur (Mostefa et Mourah, 2016).



**Figure II.6 :** Courbe de l'évaporation moyenne mensuelle de station de barrage Bekhadda (1984-2017).

D'après la figure II.6 montre la variation des évaporations moyennes mensuelle dans la période (1984-2017) des hauteurs évaporations enregistrés dans la station avec un maximum de l'ordre de 299,75 mm observé au mois de juillet, et un minimum au mois de janvier de l'ordre de 56,41 mm, ainsi nous trouvons la température correspond à l'évaporation car la température est élevée aussi l'évaporation élevé et le contraire.

## II.2.4. Relation Température – Précipitation

### II.2.4.1. Diagramme Ombro-thermique de Gaussen

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

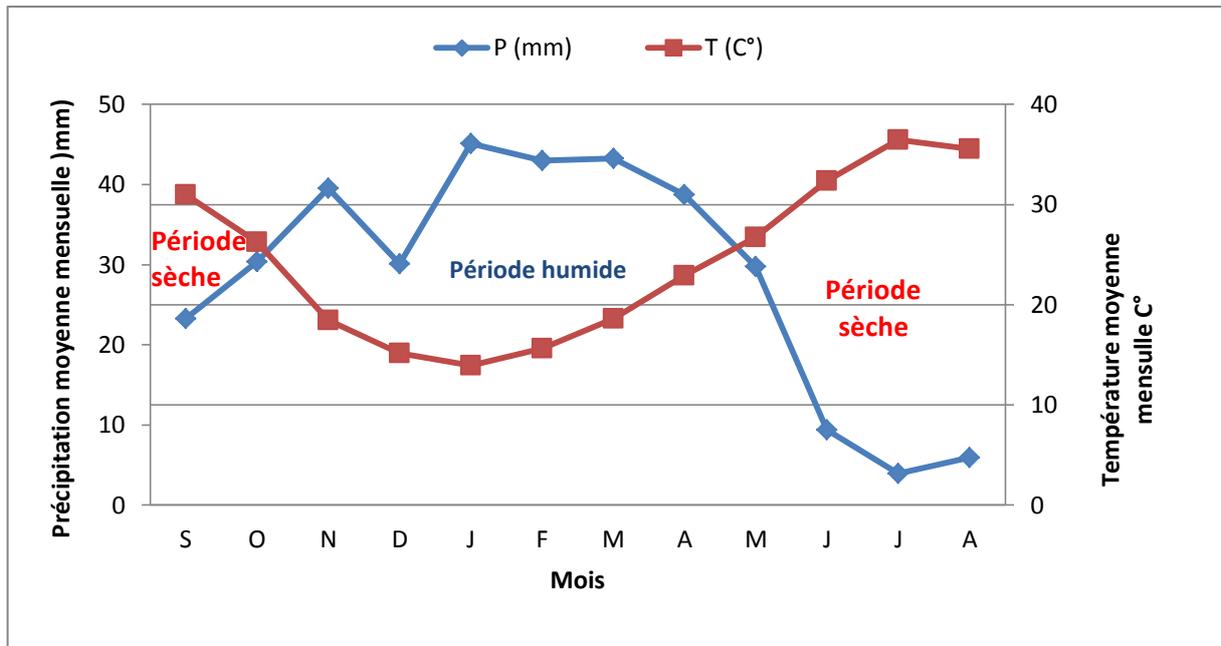


Figure II.7: Diagramme Ombro-thermique de la station du barrage Bekhadda (1984-2017).

D’après l’analyse de diagramme Ombro-thermique montre que : la station du barrage Bekhadda on distingue deux périodes :

- 1- Une période humide : s’étale d’octobre à d’avril.
- 2- Une période sèche : va de mai à de septembre.

**II.2.5. Relation Température-Evaporation**

La relation entre la température et l’évaporation montre une corrélation positive.

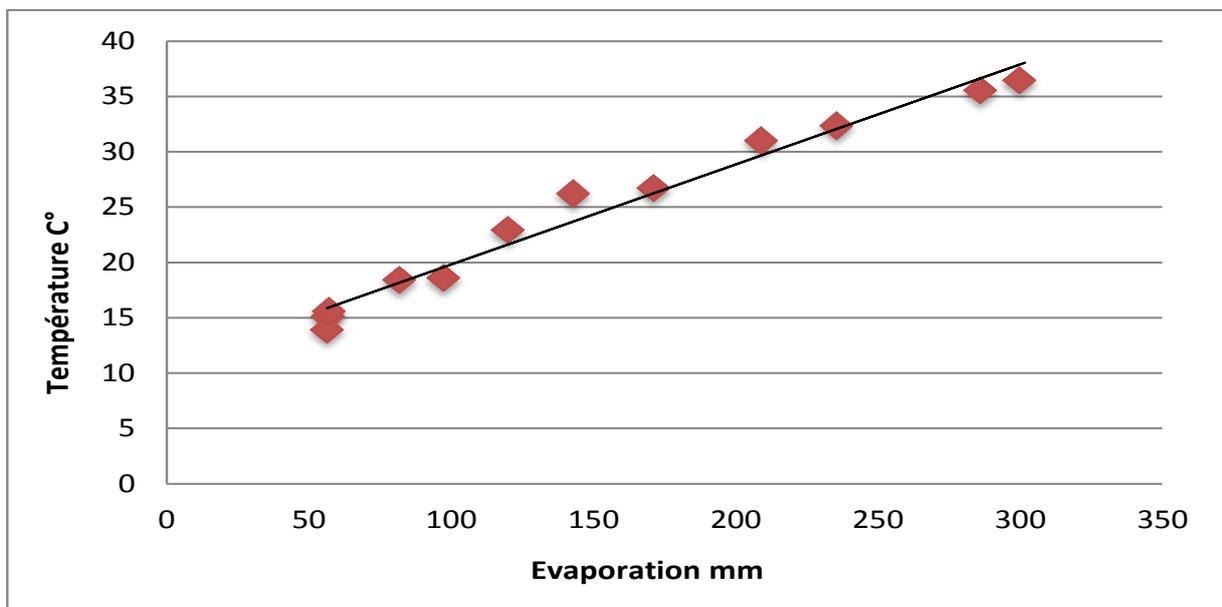


Figure II.8 : Courbe de relation entre la température et évaporation de station du barrage Bekhadda (1984-2017).

### II.2.6. Indice d'aridité de MARTOUNE

En 1923, le géographe **De Martonne** a défini l'indice d'aridité qui est fonction de deux paramètres climatiques : la température moyenne annuelle et des précipitations moyennes annuelles selon formule suivante:

$$I = P / (T + 10)$$

Avec :

**I** : Indice d'aridité.

**P** : Précipitation moyenne mensuelle (mm).

**T** : 24°C      **P** : 342,4 mm

**I** :  $342,4 / (24 + 10) = 10,07$

Selon de MARTOUNE :

- **I < 5** : le climat est hyper-aride.
- **5 < I < 7,5** : le climat est désertique (très sec).
- **7,5 < I < 10** : le climat est steppique.
- **10 < I < 20** : le climat est semi-aride (climat sec).
- **20 < I < 30** : le climat est tempéré.
- **I > 30** : le climat est humide (écoulement abondant).

Selon l'indice, calculé avec les paramètres enregistrés au niveau de la station de barrage Bekhadda la zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride.

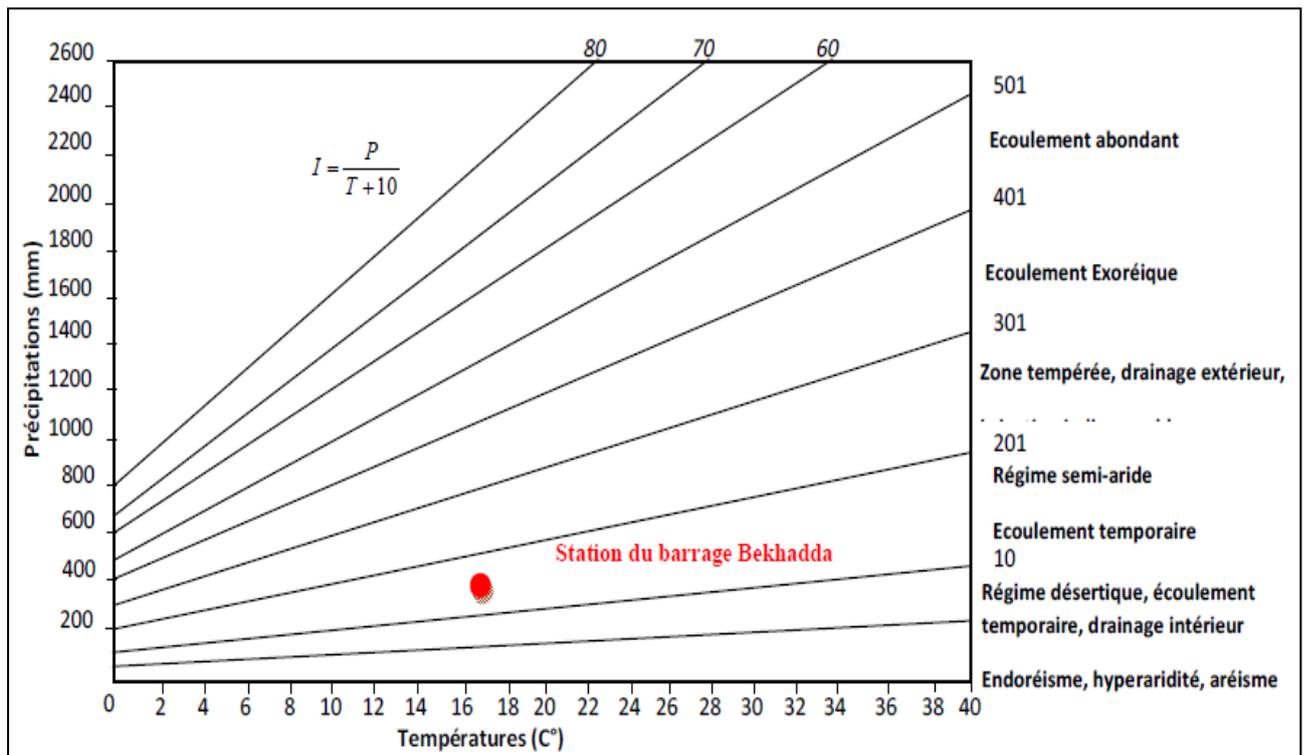


Figure II.9 : Abaque d'indice d'aridité annuel de MARTOUNE.

### II.3.1. Bilan hydrique

L'étude du bilan hydrique de l'eau est un aspect important de l'hydrologie et elle devient particulièrement intéressante pour l'hydrogéologie, dont le but pratique est la détermination des ressources en eaux souterraines utilisables, elle peut être entreprise pour de très vastes étendues dans lesquelles la contribution fournie par l'eau souterraine ainsi superficielle peut être estimée ; soit pour des régimes plus petits dans lesquelles on peut calculer les ressources développables en matière d'eaux souterraines (Medkoor et El khoudheir, 2016).

L'équation du bilan s'écrit :  $P=R+E+I$

Avec :

**p** : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

**R** : Ruissellement de surface moyen annuel en (mm).

**E** : Evapotranspiration moyenne annuelle en (mm).

**I** : Infiltration moyenne annuelle en (mm).

### II.3.2. Détermination des paramètres du bilan

#### II.3.2.1. Evapotranspiration 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 (**Medkoor et El khoudheir, 2016**).

La détermination de ETP :  $\boxed{ETP=16(10.T/I)^a K}$

### II.3.2.2. Evapotranspiration réelle (ETR)

C'est la somme de l'évapotranspiration et de la transpiration réelle pour une surface donnée et une période définie. Elle peut être déterminée par différents méthodes (**Medkoor et El khoudheir, 2016**).

### II.3.2.3. Ruissellement

Le ruissellement de surface est la quantité d'eau, qui au cours d'une précipitation échappe à l'infiltration et l'évapotranspiration. Il est calculé par la formule de « **Tixeront- Berkaloff** ».

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

Avec :

- **R** : Ruissellement en (m).
- **P** : Précipitation moyenne annuelle en (m) et  $P < 600$  mm.
- **ETP** : Evapotranspiration potentielle en (mm).

### II.3.2.4 Infiltration (I)

C'est la quantité d'eau franchissant la surface du sol. Elle renouvelle les réserves d'eaux souterraines et entretient le débit de l'écoulement souterrain des sorties après circulation dans les formations hydrogéologiques perméables du sous –sol (**Medkoor et El khoudheir, 2016**).

Elle est déduite de l'équation fondamentale du bilan hydrique :

$$\boxed{P=ETR+R+I \rightarrow I=P-(ETR+R)}$$

Avec :

- **I** : Infiltration en (mm).
- **P** : Précipitation moyenne annuelle en (mm).
- **R** : Ruissellement en (mm).
- **ETR** : Evapotranspiration réelle annuelle en (mm) selon la méthode de « C.W.Thornthwaite ».

Le bilan hydrique exprime donc le processus que peut suivre une quantité d'eau arrivait au sol par précipitations, on a aussi d'autres paramètres très importants pour le calcul du bilan hydrique. Tab II.3.

Avec :

- P** : Précipitation moyenne mensuelle (mm).
- T** : Température moyenne mensuelle (C°).

**BH** : Bilan hydrique (des valeurs positives ou négatives). «  $BH = P - ETP$  »

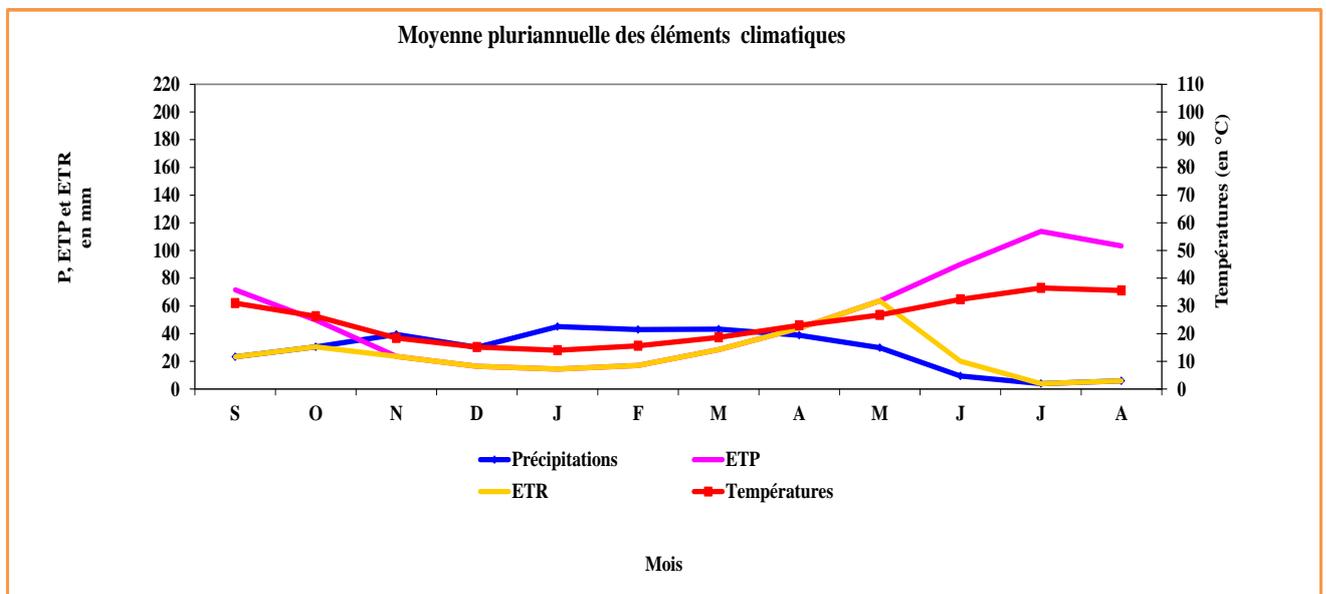
**VR** : Variation de la réserve ; qui détermine les quantités d'eau et leur variations au niveau de la réserve souterraine.

**RU** : Réserve utile ;  $RU = VR$  accumulée, mais lorsqu'elle devient égale à la  $RFU = 50$  mm, la quantité restante c'est l'excédent.

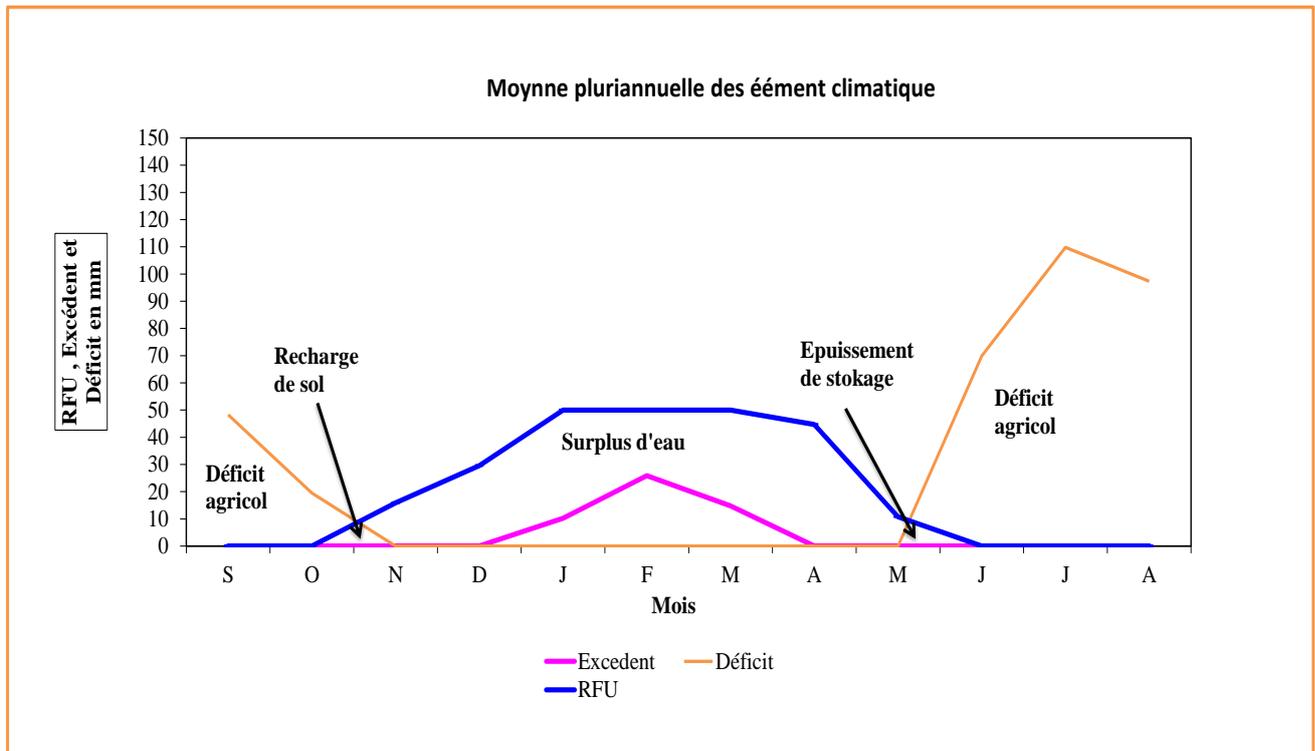
**DA** : Déficit agricole,  $DA = ETP - ETR$ .

**Tableau II.3** : Valeurs du bilan hydrique de la zone d'étude par la formule de Thornthwaite.

Mois	T(°C)	ETP	P(mm)	BH	CH	VR	RFU	ETR	Def	Exc
S	31	71,56	23,29	-48,27	-0,67	0,00	0,00	3,29	48,27	0,00
O	26,24	49,84	30,38	-19,46	-0,39	0,00	0,00	30,38	19,46	0,00
N	18,44	23,61	39,50	15,89	0,67	15,89	15,89	23,61	0,00	0,00
D	15,16	16,37	30,07	13,70	0,84	13,70	29,59	16,37	0,00	0,00
J	13,96	14,43	45,09	30,66	2,13	20,41	50,00	14,43	0,00	10,25
F	15,62	17,08	42,98	25,90	1,52	0,00	50,00	17,08	0,00	25,90
M	18,62	28,44	43,24	14,80	0,52	0,00	50,00	28,44	0,00	14,80
A	22,98	44,05	38,76	-5,29	-0,12	-5,29	44,71	44,05	0,00	0,00
M	26,72	63,72	29,75	-33,97	-0,53	-33,97	10,74	63,72	0,00	0,00
J	32,35	90,06	9,40	-80,66	-0,90	-10,74	0,00	20,14	69,92	0,00
J	36,47	113,75	3,94	-109,81	-0,97	0,00	0,00	3,94	109,81	0,00
A	35,55	103,27	5,92	-97,35	-0,94	0,00	0,00	5,92	97,35	0,00
Annuel	24,4	636,19	342,32	-293,87			250,9	291,37	344,82	50,95



**Figure II.10** : Bilan hydrique de Thornthwaite de station du barrage Bekhadda (1984-2017).



**Figure II.11 :** Représentation graphique du bilan hydrique selon C.W Thornthwaite de station du barrage Bekhadda (1984-2017).

### Conclusion

D'après les études climatiques et les résultats de la station de barrage Bekhadda dans la période 33 ans (1984-2017) obtenus confirment que : le climat de la zone d'étude est semi-aride, ont permis de déduire que :

- ✓ Un climat se caractérise par 2 périodes à savoir un hiver rigoureux et un été chaud et sec.
- ✓ Une température moyenne mensuelle de 24°C°.
- ✓ Les précipitations moyennes annuelles pour la période (1984-2017) sont de 342,4 mm.
- ✓ Les pluviométriques saisonnières sont :
  - L'hiver est plus pluvieux 118,15 mm.
  - Le printemps avec 111,77 mm.
  - L'automne avec 98,18 mm.
  - L'été est sec avec 19,25 mm.
- ✓ L'évaporation : à chaque augmente de la température accompagner une augmentation de l'évaporation.
- ✓ L'évapotranspiration réelle (ETR) totale est de 291,37 mm et l'évapotranspiration potentielle (ETP) totale est 636,19 mm.

- ✓ Le RFU est pleine au mois de novembre jusqu'au mois de mai et nulle dans les mois (septembre, octobre, juin, juillet et aout).
- ✓ Le DA étale à la période de juin à octobre avec un maximum de 109,81 mm de le mois juillet.
- ✓ L'excédent annuel est égal à 50,95 mm.

# **Chapitre III**

## **Hydrologie et Hydrogéologie**

## Introduction

Afin d'exploiter l'eau souterraine dans les meilleures conditions, il est indispensable d'identifier les horizons aquifères. Un aquifère est alors un « corps » (couche, massif) de roches perméables comportant une zone saturée (ensemble de milieu solide et de l'eau contenue) suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables. Un aquifère peut comporter une zone non saturée (Marsily, 2004).

L'objectif de ce chapitre est d'étudier le bassin versant hydrologique et d'identifier les horizons aquifères susceptibles de stocker et d'emmagasiner de l'eau souterraine et les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques de la zone d'étude.

### III.1. Présentation du bassin versant d'oued Mina

Le bassin de l'oued Mina est exposé à un climat semi-aride méditerranéen (pluie d'hiver, sécheresse estivale). Ses pluies sont torrentielles et irrégulières aussi bien dans l'espace que dans le temps. Mais les averses orageuses de forte intensité sont particulièrement fréquentes en automne lorsque le couvert végétal est absent. Les roches dominantes sont les marnes (partie amont du barrage Sidi M'hamed Ben Aouda), d'âge tertiaire avec des grès et des calcaires intercalés.

De part de son climat, sa géologie, son relief et les facteurs anthropiques qui ont largement contribué à l'accélération des processus érosifs, le bassin de l'Oued Mina est soumis à une érosion intense. Elle est la cause principale de l'envasement des ouvrages de stockage de l'eau dans la région, en particulier le barrage de Sidi M'Hamed Ben Aouda et le barrage de Bekhadda, et de plusieurs retenues collinaires qui se trouvent abandonnées, du fait d'un taux d'envasement élevé qui atteint 100 % pour une majorité (Toumi, 2013).

#### III.1.1. Situation géographique

Le bassin d'Oued Mina se situe dans la partie Nord-Ouest de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant « Chélif » et compte parmi les principaux affluents de l'Oued Cheliff. D'une superficie de 8200 km<sup>2</sup>, il est encadré par le moyen Chélif à l'est, le bassin de la Macta à l'ouest, le massif de Dahra au Nord et le Chott Ech-Chergui au Sud. La partie septentrionale s'insère dans le Tell occidental et comprend la retombée sud-orientale de l'Ouarsenis, à l'est. À l'ouest, il est limité par les Monts des Béni Chougrane. Il est situé entre les latitudes Nord de 36° 1' et 34° 41' et les longitudes est de 0° 16' et 1° 30'. fig III.1

L'altitude, variant entre 1 300 m et 30 m, décroît vers le nord. Le relief est très contrasté, constitue de plateaux entaillées et de versants raides, seuls 12 % de la surface sont occupées par des plaines. Le bassin versant de l'oued Mina est soumis à un climat de type méditerranéen contrasté, avec une aridité estivale marquée et un hiver froid, présentant un régime pluviométrique fortement influencé par les orages (Toumi, 2013).

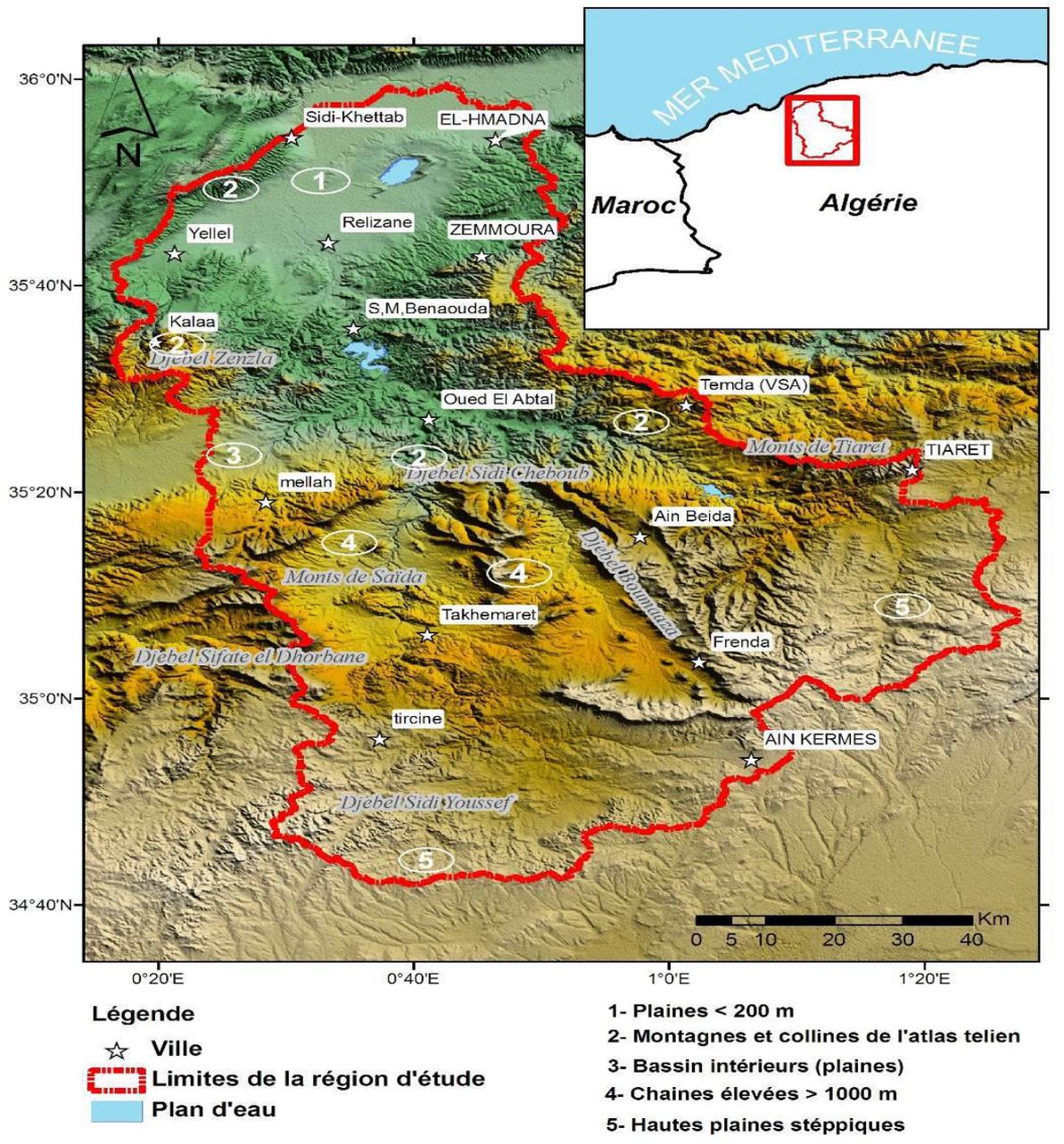


Figure III.1 : Limites et unités géographiques du bassin versant d'Oued Mina.

(Toumi, 2013).

L'Oued Mina, c'est le principal et dernier affluent de la rive gauche du Cheliff, prend sa source dans les monts de Frenda pour confluer avec l'Oued Chélif après un parcours de 125 km.

Il parcourt une distance de 135km environ entre les barrages de BEKHADDA et de Sidi M'Hamed Ben Aouda, avec une orientation Sud-est, Nord-Ouest (**Mostefa et Mourah, 2016**).

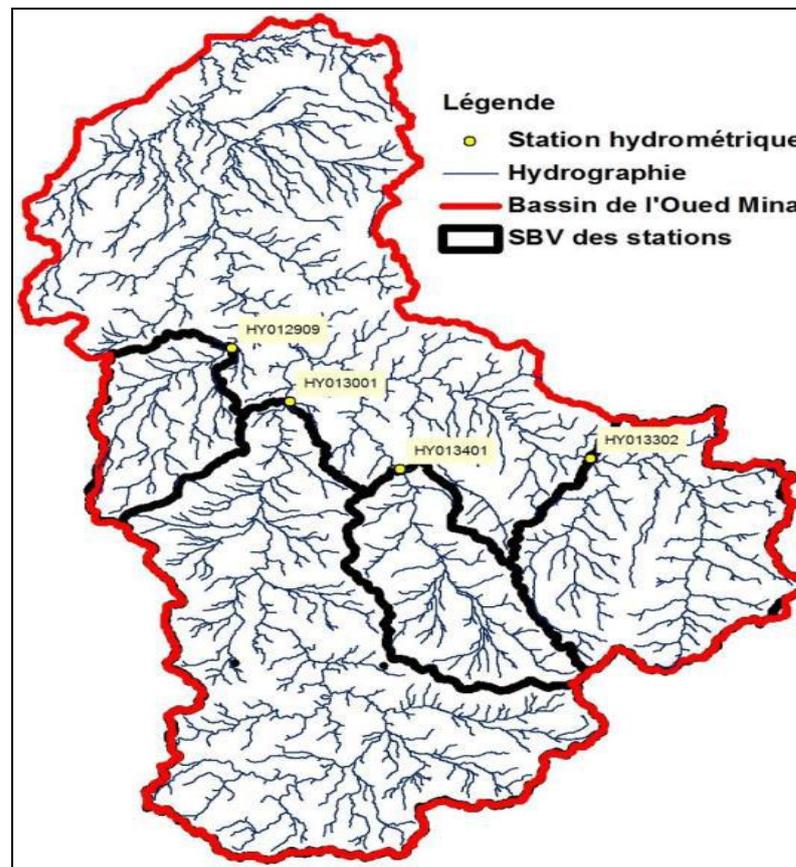
Deux barrages ont été construits sur l'Oued Mina; Bakhadda, mis en service en 1936 sur le cours supérieur qui draine un sous bassin de 1300 km<sup>2</sup> et le barrage de S.M. Ben Aouda en aval de Bakhadda avec une capacité de 237 millions de m<sup>3</sup>. Ce dernier doit répondre à des besoins d'approvisionnement en eau potable des villes en aval et des besoins agricoles par le développement de l'irrigation sur un périmètre de 23000 hectares situés dans la plaine de la Mina et du Bas Chélif (**Toumi, 2013**).

### III.1.2. Caractéristiques physiographiques du bassin

- Superficie du bassin versant (**Km<sup>2</sup>**) :8162.98.
- Périmètre du bassin versant (**Km**) : 674.28.
- Le plus long talweg (**Km**) :199.
- Indice de compacité de Gravelius (**KG**) : 2.09.
- Longueur du rectangle équivalent (**L**) : 125.
- Largeur du rectangle équivalent (**I**) :65.3.
- Altitude max (**m**) :1324.
- Altitude min (**m**) : 30.
- Élévation moyenne (**m**) : 673.05.
- Altitude à 5% de la superficie du bassin (**m**) : 1277.
- Altitude à 95% de la superficie du bassin (**m**) : 76.
- Indice de pente global (**Ig**) :9.976.
- Dénivelée spécifique (**Ds**) :1201.
- Densité de drainage (**Dd**) : 2.5 (**Toumi, 2013**)

### III.1.3. Génération des bassins versant

Le bassin de l'Oued Mina a été délimité à partir du modèle numérique de terrain en utilisant le modèle WMS. Ensuite, les différents sous bassins sont délimités en fixant l'exutoire des oueds (barrage ou station de jaugeage) fig III.2. Le bassin de l'Oued Mina est divisé en trois sous bassins qui drainent les cours d'eau jusqu'aux barrages. La figure III.5 montre les sous bassins contrôlés par les stations hydrométriques utilisées par la suite de l'étude (**Toumi, 2013**).



**Figure III.2:** Limites du bassin et les sous bassins déterminée par WMS (Toumi, 2013).

### III.2. Principaux aquifères du bassin versant

On distingue deux types d'aquifères pour les deux sous bassins constituant le bassin versant de la Mina.

- Aquifère argilo-gréseux à grés-argileux de qualité médiocre (Callovo-Oxfordien et Tertiaire) à moyenne (lusitanienne).
- Aquifère constitué de dolomie et d'alluvions grossières de bonne qualité dans l'ensemble (Jurassique inférieure et moyen et Kimméridgien et alluvions récentes le long des oueds) (Safa, 2010).

#### III.2.1. Formations alluvionnaires (galets)

Ils sont le long des oueds de trop faible épaisseur (de 1 à 5m) pour constituer un aquifère important. Ces dépôts sont parfois en contact directs avec les dolomies avec lesquelles elles se confondent du point de vue hydrodynamique notamment au niveau de la source d'Ain Makhloufa.

Concernant l'aquifère du Quaternaire, il s'agit d'une nappe libre dont le niveau statique est en liaison directe avec le réseau hydrographique superficiel, la puissance de l'aquifère peut

atteindre 70 mètres et son extension latérale est assez réduite, les eaux de la nappe sont considérés comme saumâtre (Safa, 2010).

### **III.2.2. Aquifère du Sénonien**

Dans le secteur de l'oued El Taht, le Sénonien transgressif ne peut constituer un aquifère vu sa faible puissance (Safa, 2010).

### **III.2.3. Formations du Lusitanien et du Kimméridgien**

Le Kimméridgien alimente cependant Frenda et les oueds principaux, et un débit résiduel très faible rejoint l'oued El Abd. Il n'existe de ce côté aucune possibilité importante à retenir.

Les deux formations du Kimméridgien et du Portlandien sont superposées, elles forment un Karst perché doté d'une bonne perméabilité de fissures. Les zones effondrées de l'aquifère favorisent la mise en contact latéral des niveaux grés-dolomitiques avec les argiles imperméables de l'Oxfordien ce qui rend difficile une circulation continue des eaux souterraines.

L'aquifère est alimenté par son propre impluvium, les précipitations qui y sont reçues sont rapidement mises à l'abri de l'évapotranspiration par infiltration directe à travers le réseau de fissuration (Safa, 2010).

### **III.2.4. Formations du Callovo-Oxfordien et du Tertiaire**

Très argileuses dans les vallées, elles sont drainées par les oueds. L'étude a montrée d'importantes salinités dans les puits et dans l'oued Et Taht en étiage quand ne sont drainées que ses formations argileuses. L'écoulement de base de 250 à 320 l/s en moyenne peut descendre jusqu'à moins de 100 l/s en été. L'eau est inutilisable normalement pour l'irrigation. Ces formations sont donc complètement stériles du point de vue d'un apport souterrain important d'eau potable (Safa, 2010).

### **III.2.5. Aquifère de l'Oxfordien**

#### **III.2.5.1. Grés tendre**

Vu son extension limité, il représenté un aquifère peu important du point de vue réserves son épaisseur varie latéralement, il peut être alimenté par les formations sus-jacentes comme il est alimenté par les précipitations lorsqu'il affleure (Safa, 2010).

#### **III.2.5.2. Argiles gréseuses**

En affleurant en surface, cette formation constitue un aquifère de très faible perméabilité sa puissance n'excède pas les deux mètres, les puits qui y sont creusés constituent des puits citernes (Safa, 2010).

### III.2.5.3. Dolomies d'El Gaada

Les dolomies ont une perméabilité de fissures et forment un synclinal perché d'épaisseur allant jusqu'à 60 mètres, cet aquifère est alimenté par les précipitations par infiltration directe grâce à leur système de Karstification bien développé qui les met à l'abri de toute évapotranspiration l'extension de son impluvium (plus de 30 km<sup>2</sup>) constitue pour la région un important Karst, le plateau d'El Gaada doit recevoir 35 à 40 millions de m<sup>3</sup>/an d'eaux pluviales dont le quart alimente la nappe perché. (Safa, 2010).

### III.2.6. Aquifère de l'Aalino-Bajo-Bathonien

Ils s'agit d'une nappe captive profonde dont le toit est constitué par les argiles de l'oxfordien.

A l'ouest, au niveau du cœur du dôme de Takhmert affleure son mur imperméable constitué par les marnes du Toarcien.

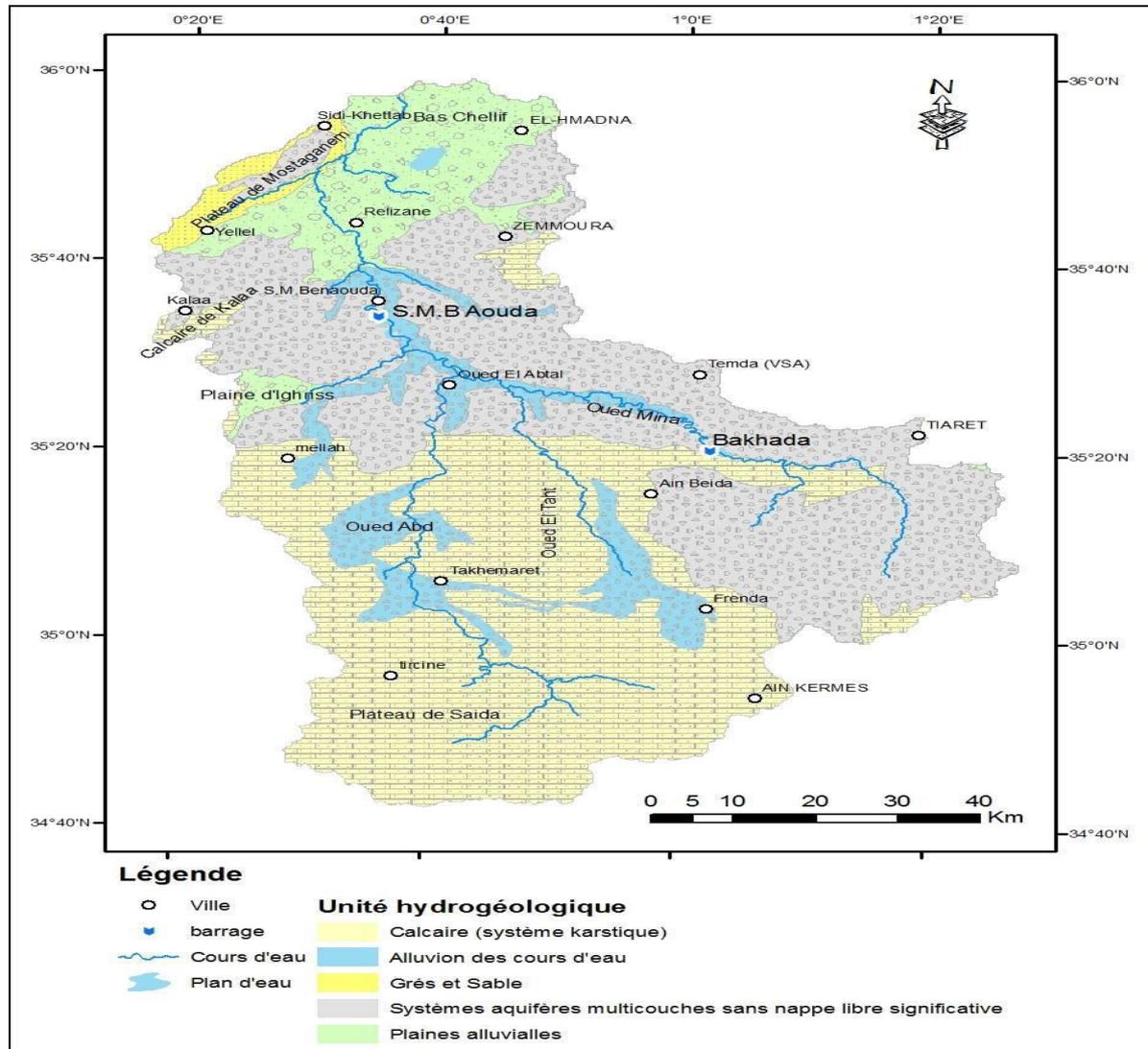
Son alimentation est vers l'ouest aux environs de Takhmert (bassin versant d'oued El Abd où il affleure sur une grande dénivelée par apport direct des précipitations (Safa, 2010).

## III.3. Ressource en eau souterraine

De nombreuses formations géologiques contiennent des eaux souterraines, les plus anciennes sont attribuées au jurassique et les récentes correspondent aux alluvions Quaternaire. Les systèmes aquifères existants dans la région d'étude sont représentés dans la figure III.4. Le plus grand système se situe au Sud-Ouest du bassin sur les monts de Béni Chograne, les monts de Frenda et le plateau de Saida. Ils sont répartis sur une formation calcaire de l'âge jurassique. C'est des nappes Karstiques d'une perméabilité moyenne. Les potentialités de ces aquifères est estimé à 8.4 millions de mètre cube par an avec 24 forages recensés entre la région sud et les calcaires de Kalaa. Le deuxième plus grand aquifère se caractérise par une formation sédimentaire alluviale. Il est étalé sur la plaine de la Mina et la plaine de Griss. Ces potentialités annuelles sont estimées à 11 Hm<sup>3</sup>, exploitées par 74 forages avec un volume exploité de 8.36 hm<sup>3</sup>/an (ABH, 2004).

Les alluvions des cours d'eau représentent aussi un aquifère important. En effet, les réseaux hydrographiques du Haddad, de l'Abd et du Taht se sont ajustés à niveau de la Mina, ont

fortement incisé des plateaux et des plaines d'accumulation susceptibles d'être des bons aquifères.



**Figure III.3:** Unités hydrogéologiques du bassin versant de l'oued Mina à la confluence du Cheliff (Mostefa et Mourah, 2016).

### III.4. Réseau hydrographique

Le bassin de l'Oued Mina draine une superficie de 8200 km<sup>2</sup> comprise depuis les hautes terres (monts de Frenda) jusqu'à la mer Méditerranée par le biais du Oued Chélif (33 m). Les principaux affluents prenant naissance à partir des montagnes et se déversant dans l'Oued Mina sont :

- Oued Abd, prend naissance des monts à partir des monts de Sidi Youcef et Boudfir et draine le djebel d'Argoub, Toukiret, Moualek et Djebel Maida.
- Oued Tat draine les monts de Kaf Safsaf passant par les monts de Keskas et Coulamzan.
- Oued Haddad draine les monts de Loukda.

- Oued Kreloua, draine les monts de Sidi Yahia et de Bou Barha.

La figure III.3 représente le profil au long de l'oued Mina. A 200 m d'altitude se situe le barrage de Sidi M'Hamed Ben Aouda sur l'oued Mina qui rejoint l'oued Chélif environ 80 Km à l'aval du site du barrage. A quelques kilomètres en amont du barrage de S.M. Ben Aouda, l'oued mina est contrôlé par le barrage de Bakhada (à 600 m) qui draine un bassin de 1300 Km<sup>2</sup> (Toumi, 2013).

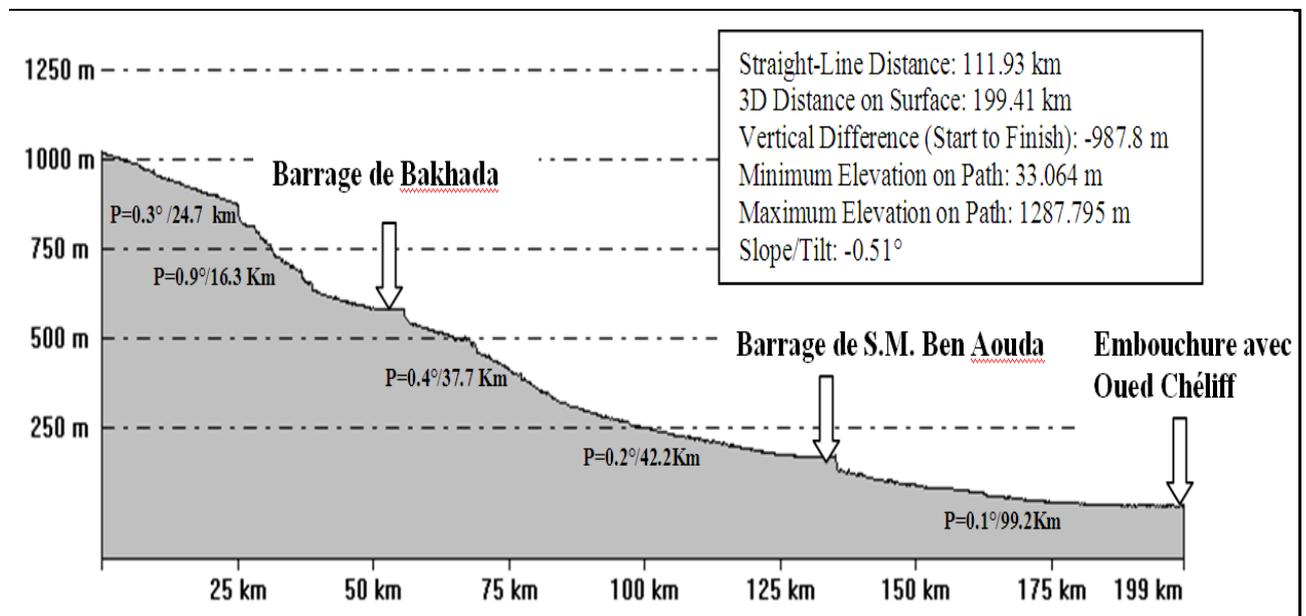


Figure III.4: Profil du cours d'eau principal du bassin versant (Toumi, 2013).

### III.5. Les ressources en eau superficielles

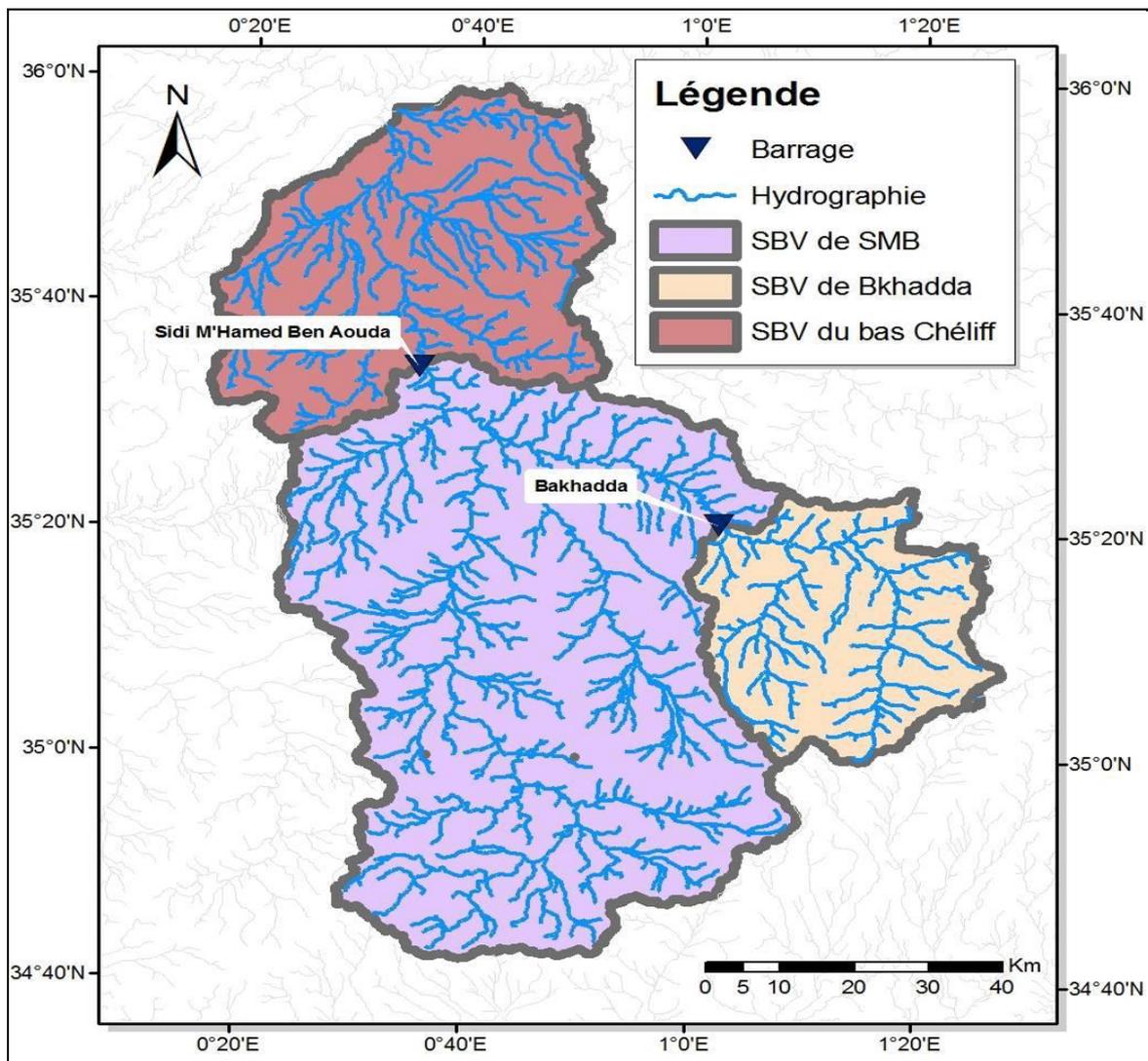
#### III.5.1. Barrage Bekhadda

Le barrage de Bekhadda se situe à 40 Km à l'ouest de la ville de Tiaret, construit en 1936 est destiné à l'alimentation en eau potable et l'irrigation de la région de Tiaret. C'est un barrage en enrochement d'une capacité initiale de 56 hm<sup>3</sup>. Le taux d'envasement de la retenue de ce barrage est estimé à 0,27 hm<sup>3</sup>/an. La capacité initiale après le levé Bathymétrique de 2006 est estimée à 39,94 hm<sup>3</sup> fig III.5 (Mostefa et Mourah, 2016).

#### III.5.2. Barrage S. M. Ben Aouda (S.M.B.)

Le Barrage de Sidi M'Hamed Ben Aouda est construit en 1978, il est considéré comme importante ressource hydrique de la région car il assure, en première position, l'alimentation en eau potable pour les villes qui se trouvent en aval et en deuxième lieu, il répond aux besoins agricoles par des lâchés d'irrigation modérées durant la saison étalant du printemps à l'automne et renforcées en été pour le périmètre de la mina.

La retenue du Barrage avait à l'origine un volume total de 241 hm<sup>3</sup>, mais cette valeur a été réduite avec le temps jusqu'à 153 hm<sup>3</sup>, la retenue reçoit un taux d'envasement considérable de l'ordre de 4 hm<sup>3</sup>/an. La figure 21 représente l'évolution de la cuvette du barrage S.M. Ben Aouda. Cette évolution indique bien la gravité de l'envasement qui est due principalement à l'érosion en amont. Le volume initial était 235 millions de m<sup>3</sup> en 1978, après 8 années, le volume utile de la retenue a diminué de 11 millions de m<sup>3</sup>. La quantité importante de vase piégée dans la retenue a réduit considérablement sa capacité et ceci durant 18 années après 1986 fig III.5 (Toumi, 2013).



**Figure III.5 :** Sous bassins des barrages existant dans la région d'étude et le réseau hydrographique (les barrages sont considérés exutoires) (Toumi, 2013).

**Conclusion**

L'étude hydrogéologique et hydrologie, nous conclusions l'oued Mina recouvre une superficie de 8163 Km<sup>2</sup> avec une largeur moyenne de 160 mètre, il parcourt une distance de 135 Km environ entre les barrages de Bekhadda et de Sidi M'hamed Ben Aouda.

Oued Mina est caractérisé par des plusieurs types des systèmes aquifères se situe au sud-ouest du bassin sur les monts de Béni chougrane, les monts de Frenda et le plateau de Saida.

Il existe aussi plusieurs des oueds, l'oued Mina reçoit quelques affluents : l'oued el Abd, l'oued Taht, l'oued Hadad et oued Kreloua.

# **Chapitre IV :**

## **Hydrochimie**

## Introduction

L'eau est un liquide transparent aux propriétés physiques et chimiques spécifiques, sans goût, sans couleur, sans odeur, quand elle est propre et dans son état naturel, mais si ces qualités changent, elle est soumise à un processus de contamination qui en modifie les propriétés fondamentales (**Mekkakia, 2001**).

Dans l'hydrogéologie, l'étude hydrochimie est très importante pour connaître la qualité des eaux soit souterraines soit superficielles par des nombreux des paramètres physique et chimique (Température, pH, CE, TA, TAC,  $\text{NO}_2^+$  ...).

### IV.1. Echantillonnage et choix du prélèvement

Selon, **Rodier (2009)**, le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier ses caractéristiques.

Pour effectuer le prélèvement, nous avons choisi 4 échantillons par prises dans le barrage du Bekhadda durant 25 mai 2021 (tab IV.1) et nous avons prélevé un échantillon par prise, par les étapes suivantes :

1. Rincer la bouteille en polyéthylène, trois fois avec l'eau du barrage.
2. Plonger la bouteille dans l'eau.
3. Répéter l'action à chaque prélèvement.
4. Ramenés rapidement au laboratoire.
5. Conserver au réfrigérateur à  $4\text{C}^\circ$  (pour éviter la modification de leurs caractéristiques).

**Tableau IV.1:** Prises des prélèvements

	Prises des prélèvements
P1	Prise de fond
P2	Prise surface milieu du barrage
P3	Prise surface au niveau de la digue
P4	Prise 5 mètre de profondeur

Les analyses physico-chimiques effectuées dans notre étude des eaux brutes de barrage Bekhadda sont comparés aux normes (tab IV.2).

**Tableau IV.2:** Normes algériennes de qualité des eaux de surface des paramètres physico-chimique.

Qualité	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise	Unité
pH	6,5-7,5	7,5-8,5	8,5-9	>9 et <6,5	/
O <sub>2</sub>	100-90	90-50	50-30	≤30	%
Mo	<5	5-10	10-15	>15	mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	≥3	mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0-10	10-20	20-40	≥40	mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	≥3	mg/l
Po <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	≥3	mg/l

Source: (ANRH Tiaret 2015).

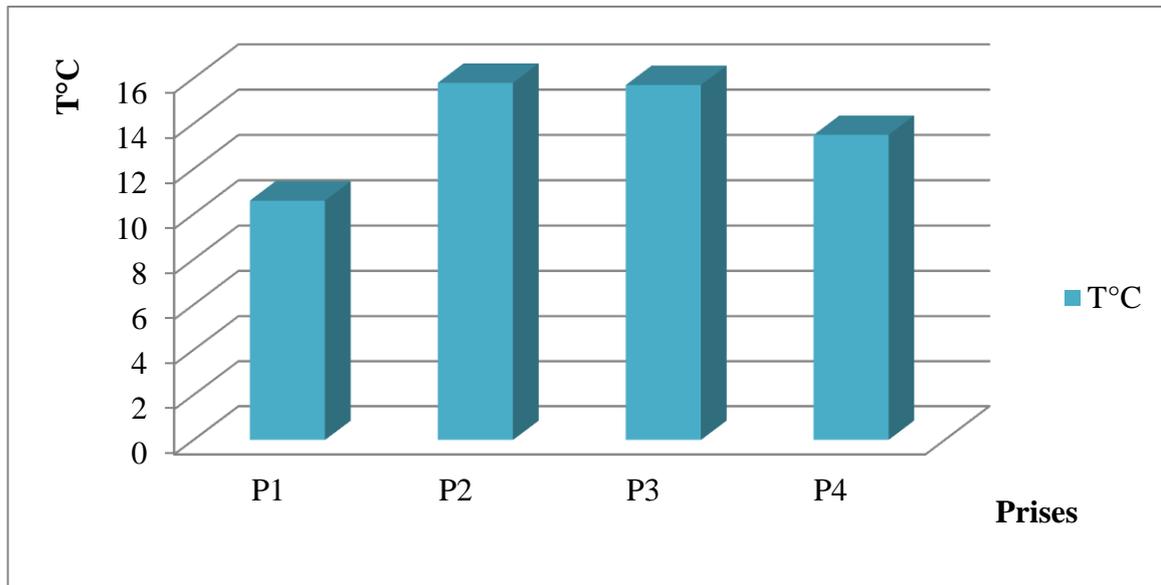
## IV.2.Paramètre physico-chimique

### ➤ Température (C°)

Température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Draouache et Ghaebi, 2019).

Température de l'eau est un paramètre de confort pour l'usage, elle doit être mesuré in site à l'aide d'un thermomètre, elle est exprimée en degré Celsius (°C) (Rodier, 2005).

La figure qui suit présente les variations de températures de l'eau du barrage Bekhadda.



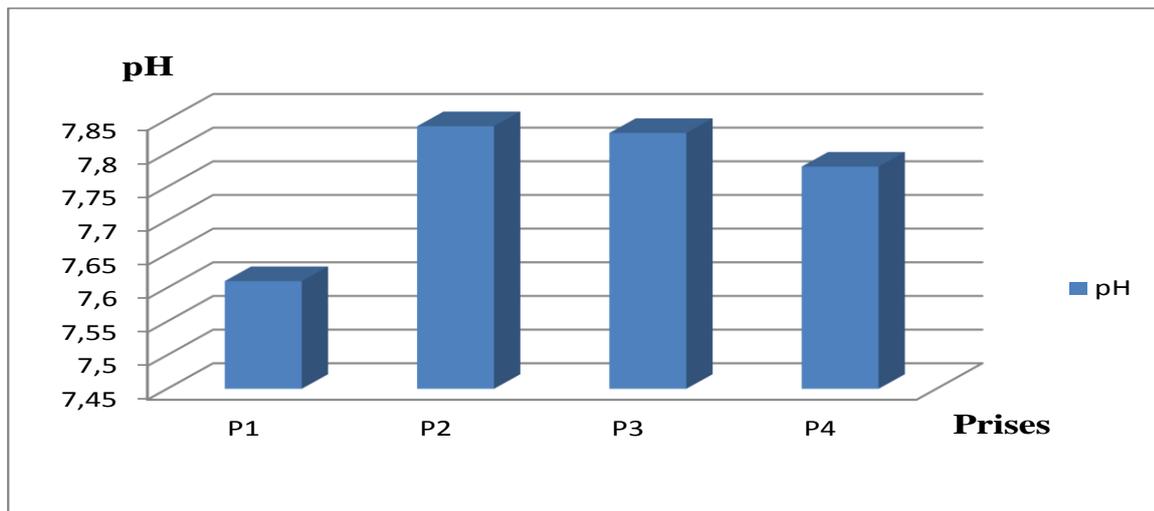
**Figure IV.1 :** Variation de la température de l'eau du barrage Bekhadda.

Température est un facteur écologique de première importance, elle a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (**Ramade, 1993**). D'après la figure IV.1, on remarque que les valeurs de température des eaux brutes de barrage Bekhadda varient entre une valeur minimale 10,6 C° et de valeur maximale de 15,8 C°.

Toutes les valeurs sont inférieures aux normes algériennes des eaux de surface pour les températures (**Ade Tiaret 2021**).

#### ➤ Potentiel d'hydrogène (pH)

pH mesure la concentration en ions H<sup>+</sup> de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau (**Belhadj, 2006**).



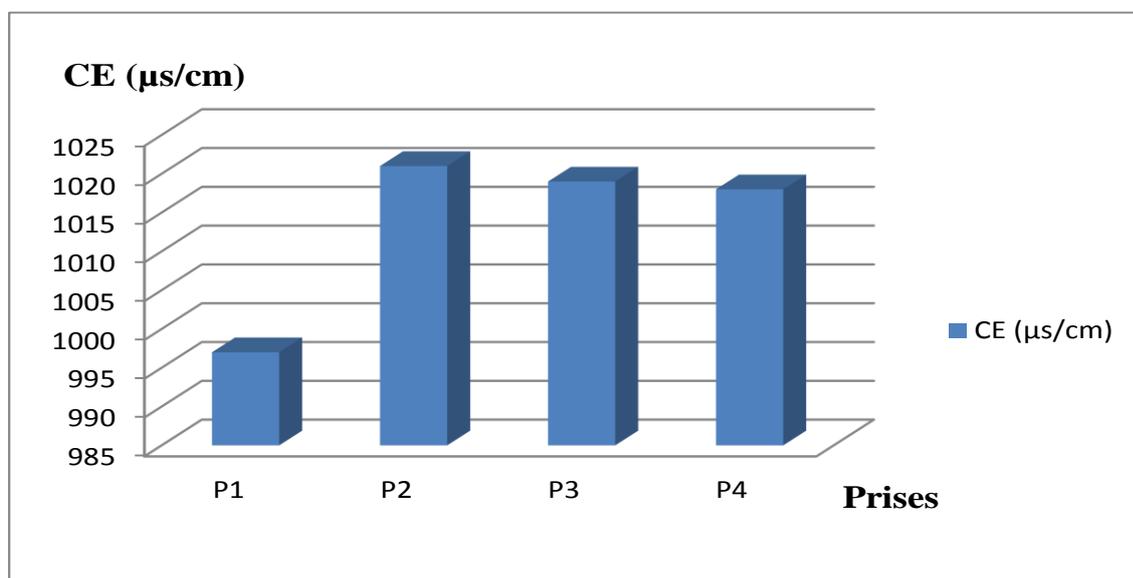
**Figure IV.2:** Variation de pH de l'eau du barrage Bekhadda durant la période de prélèvement.

Les différents prélèvements de barrage Bekhadda montrent que le pH des eaux brutes varie entre 7,61 et 7,84 (Fig IV.2), donc les valeurs enregistrés sont légèrement moyenne par rapport les normes algériennes (Tab IV.2).

#### ➤ Conductivité électrique (CE)

Conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm.

Les mesures de la conductivité électrique des eux brutes de barrage Bekhadda sont illustrées dans la figure IV.3.



**FigureIV.3:** Variation de la CE des eaux brutes de barrage Bekhadda.

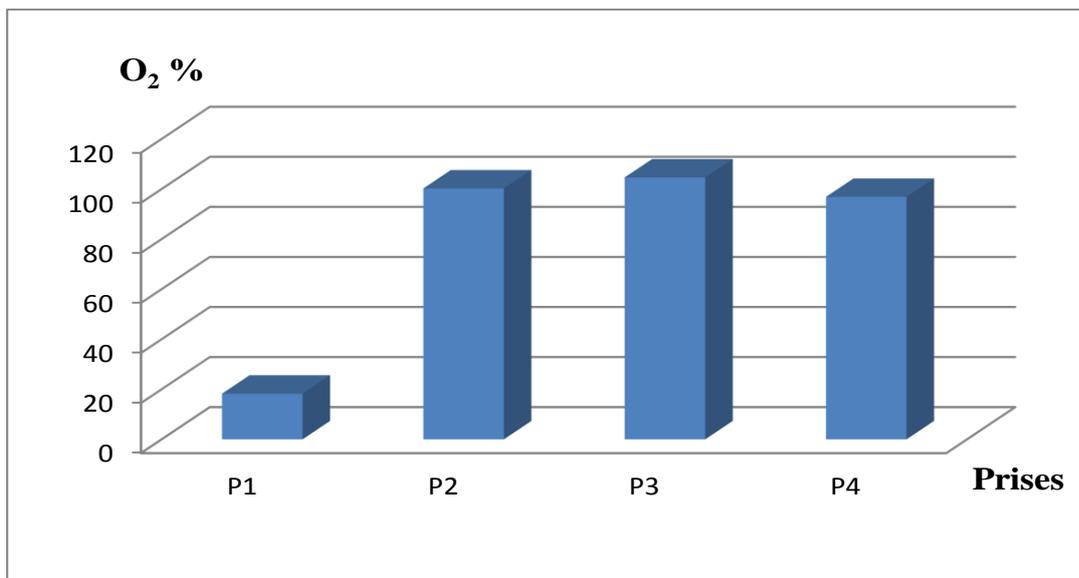
Conductivité électrique d'une eau nous renseigne sur les variations de sa composition d'origine naturelle ou anthropique (**Draouache, Gharbi, 2019**).

La mesure de la CE des échantillons prélevés montrent que toutes les valeurs mesurées sont de 997  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en P1 à 1021  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en P2 (Fig IV.3), nous concluons que ces valeurs n'ont pas dépassé les normes algérienne pour les eaux de surface qui est de 2800  $\mu\text{s}/\text{cm}$  (JORA, 2011).

#### ➤ Oxygène dissous ( $\text{O}_2$ %)

Oxygène dissous est très important par le fait qu'il conditionne l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques (**Draouache et Gharbi, 2019**).

D'après la figure IV.4, nous remarquons que la plus part des concentrations de l'oxygène dissous enregistrées dans les eaux brutes du barrage Bekhadda sont variés entre 96% (P4) et 104% (P3). Comparativement aux valeurs d' $\text{O}_2$ , elles sont dans les normes adoptées par l'ANRH (Tab IV.2) par la suite, cette eau est de bonne qualité. La valeur extrême de (18%) enregistré dans (P1), peut traduire un phénomène appelé eutrophisation.



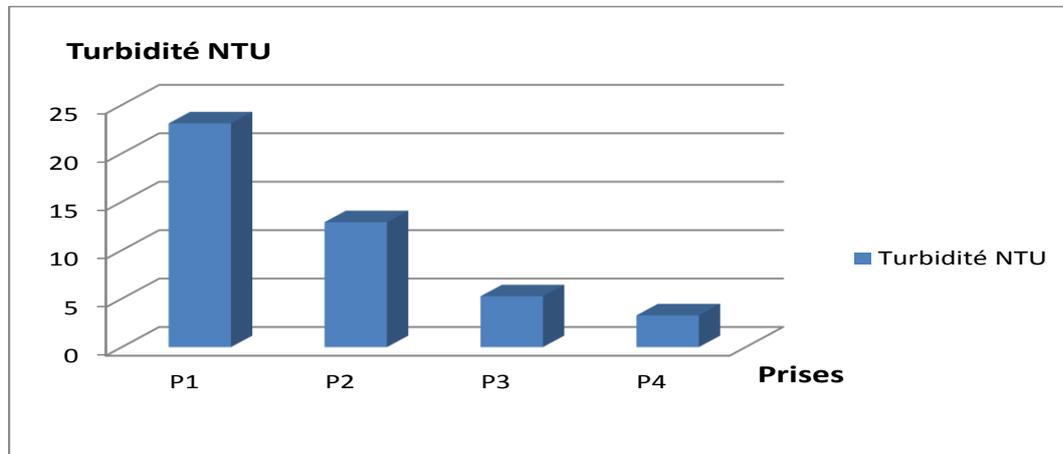
**Figure IV.4:** Variation de l' $\text{O}_2$  dissous des eaux brutes de barrage Bekhadda.

#### ➤ Turbidité NTU

D'après Hamed et al (2012), la turbidité d'une eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons ...) elles forment parfois d'importants dépôts

dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU.

La figure qui suit montre les variations de la turbidité des eaux brutes de barrage Bekhadda.



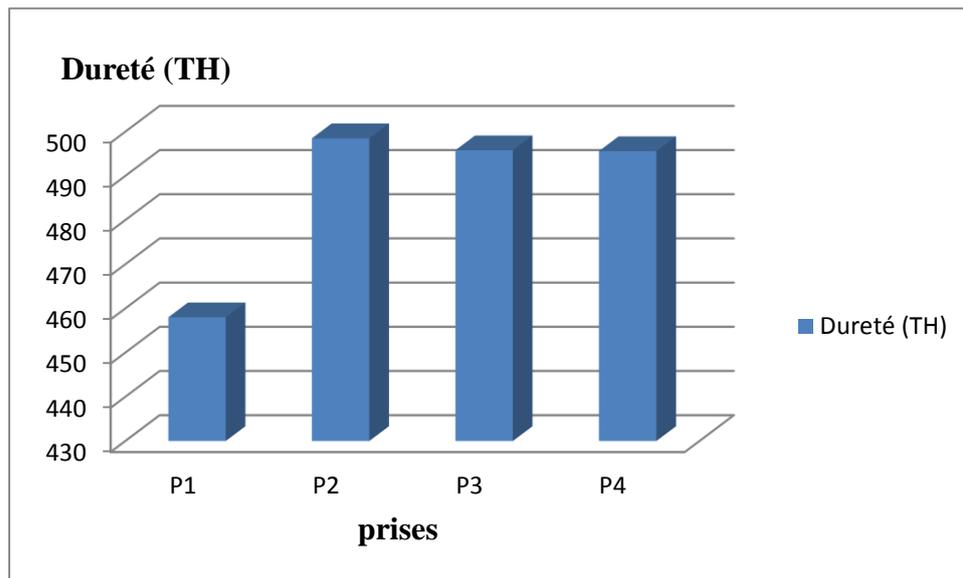
**Figure IV.5:** Variation de la turbidité des eaux brutes de barrage Bekhadda.

D'après les résultats obtenus de la figure IV.5, les valeurs de turbidité mesurée sont comprises entre 3,28 NTU valeur observé au P4 à 23,1 NTU au P1.

On remarque que ces valeurs ont dépassées les normes algériennes qui est de 5 NTU (JORA, 2014).

#### ➤ Dureté totale

Dureté de l'eau est liée au lessivage des terrains traversés et elle correspond à la teneur en calcium (Ca) et en magnésium (Mg). On parle de dureté totale d'une eau ou de titre hydrométrique (TH). Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué (Rodier, 2008).

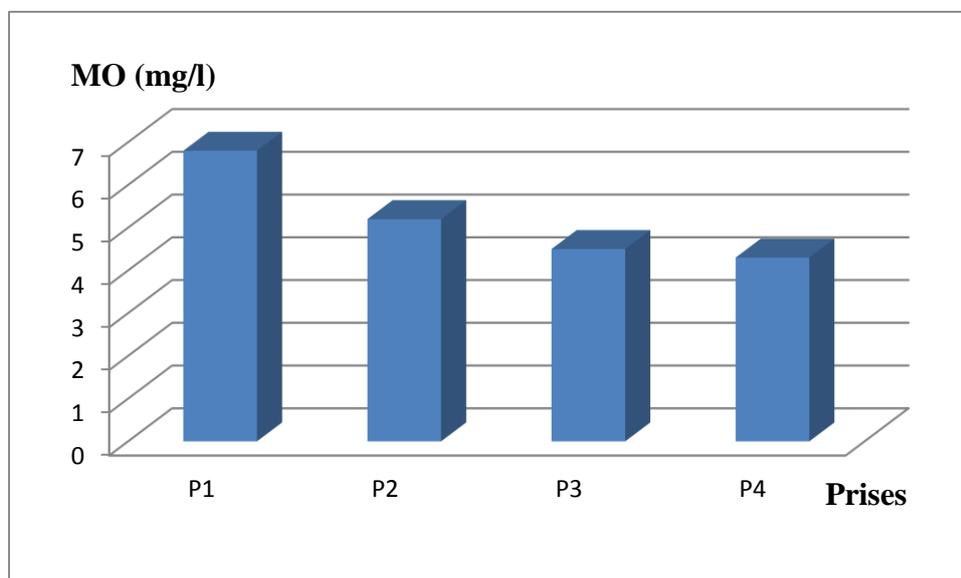


**Figure VI.6:** Variation de la Dureté Totale des eaux brutes de barrage Bekhadda.

La figure IV.6 indique que les valeurs trouvées pour la dureté totale, vont de 458 mg/l (P1) à 498,5 mg/l (P2). Elles sont donc pratiquement toutes proches de la valeur guidente de la norme, qui est de 500 mg/l (JORA, 2014).

#### ➤ Matière organique

Matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des micro-organismes. Les matières organiques sont adsorbées et floculées au moyen d'hydroxyde d'aluminium, extraites à l'hexane et dosées par gravimétrie (Rodier, 2009).



**Figure VI.7:** Variation de Matière Organique des eaux brutes de barrage Bekhadda.

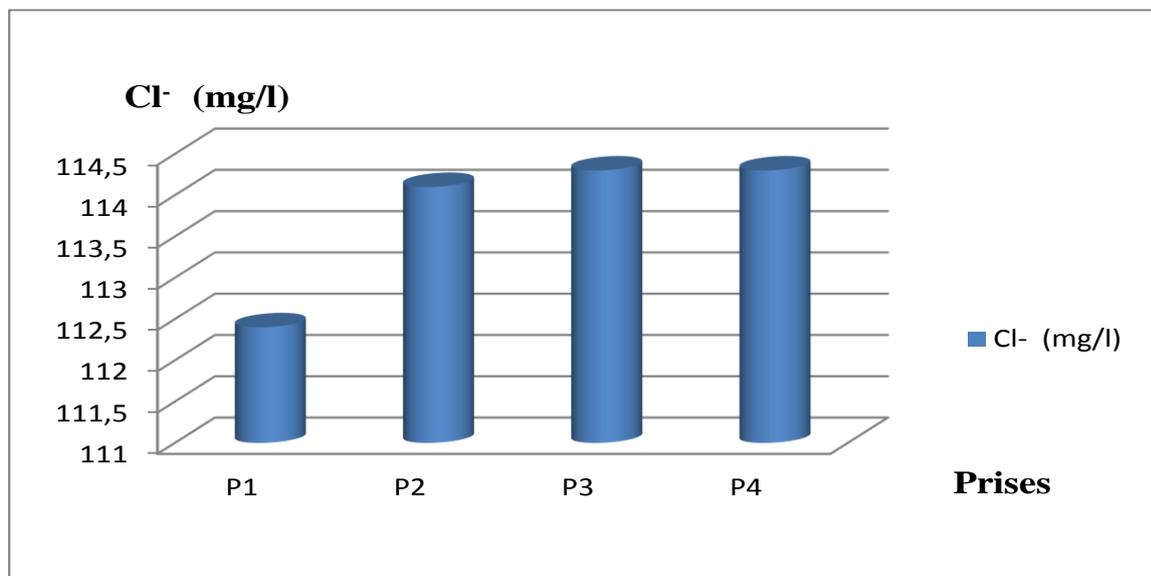
Selon les données enregistrées dans la de la figure IV.7, les quantités organiques trouvés dans les eaux prélevées sont faibles par rapport à les valeurs des normes (Tab IV.2), elles sont comprises entre 4,3 mg/l (P4) et 6,8 mg/l (P1). Donc la qualité des eaux de barrage Bekhadda est bonne à moyenne.

### ➤ Chlorure

L'ion Chlorures possède des caractéristiques différentes que celle des différentes éléments, il n'est pas absorbé par les formations géologiques, ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques et reste très mobile.

La source principale de Chlorure dans les eaux est due à la dissolution de roches sédimentaires qui se sont déposées en milieu marin et qui n'ont pas été complètement lessivées, et à la présence d'évaporites. L'invasion d'eau de mer (où le Cl<sup>-</sup> est très présent). Le rôle des roches cristallines dans la minéralisation en Chlorures est faible (Zaara, 2016).

D'après les valeurs mentionnées à la figure IV.8, on remarque ces teneurs en chlorures oscillé entre 112,4 mg/l et 114,3 mg/l au barrage Bekhadda. En comparaison avec les normes algériennes des eaux de surface pour le chlorure, ces valeurs ne dépassent pas la norme (500 mg/l) (JORA, 2014) ceci classe l'eau du barrage Bekhadda d'une une bonne qualité.



**Figure IV.8:** Variation de chlorure des eaux brutes de barrage Bekhadda.

### ➤ Manganèse et Calcium

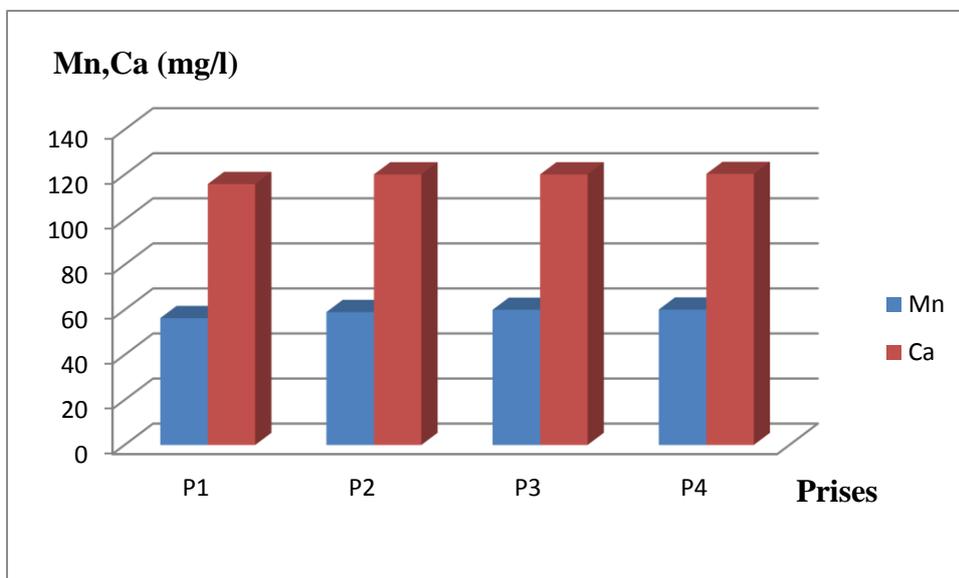
Manganèse est très répandu dans la nature. Les concentrations dans l'écorce terrestre peuvent varier de 500 à 900 mg/Kg. Les minerais les plus connus sont la pyrolusite, la rhodocrosite, la braunite. Son utilisation industrielle est grande : métallurgie (aciers, alliages, soudures), industrie

électrique (électrodes, piles sèches), industrie chimique (catalyseurs, colorants), industrie du verre et la céramique, carburants (additifs organométalliques) (Rodier, 2009).

Calcium est un métal alcalino terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures, etc (Rodier, 2009).

Les prélèvements des eaux brutes du barrage Bekhadda présentent des teneurs en manganèse, qui varient entre 56,9 mg/l et 60,1 mg/l (fig IV.9), ces teneurs sont largement supérieures à la norme (50 mg/l) (JORA, 2014).

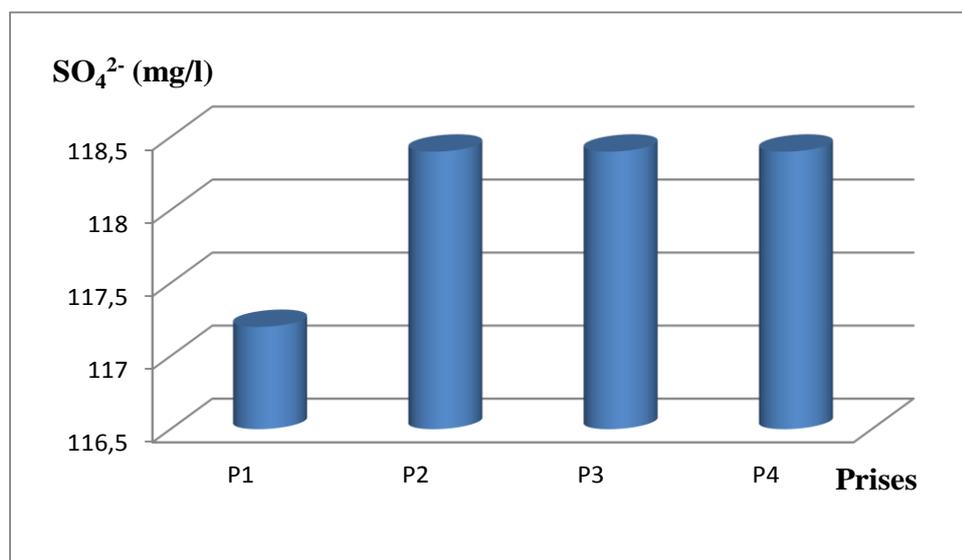
Les doses (115,8 mg/l à 120,3 mg/l) de calcium trouvées dans les eaux des quatre prélèvements analysés sont également moyenne par rapport à la valeur guide ( 200 mg/l) de la norme algérienne des eaux de surface (JORA, 2014).



**Figure VI.9:** Variations des Manganèse et Calcium des eaux brutes de barrage Bekhadda.

➤ **Sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  (mg/l)**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Suivant ceux-ci, et selon l'intolérance des consommateurs (Rodier, 2009).

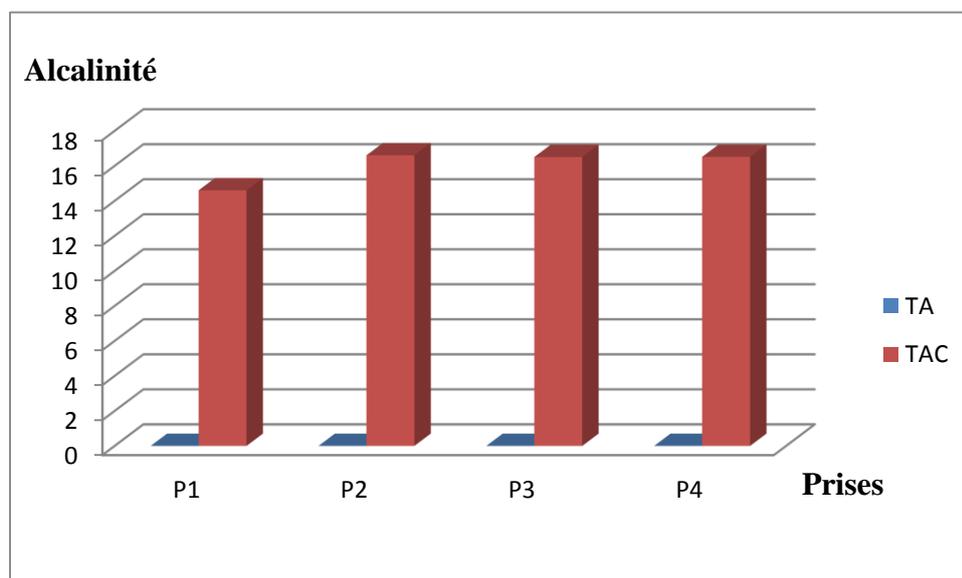


**Figure VI.10:** Variation de Sulfate des eaux brutes de barrage Bekhadda.

Les valeurs des sulfates dans les eaux brutes du barrage Bekhadda varient entre 117,2 mg/l et 118,4 mg/l presque est constante, alors tous les valeurs des prises du prélèvement sont inférieures par rapport à les normes algériennes des eaux de surface fixée à 400 mg/l (JORA, 2014).

#### ➤ Alcalinité

Alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes et d'une façon plus limitée, on distingue le TA qui mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques, du TAC qui correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates (Rodier, 2009).

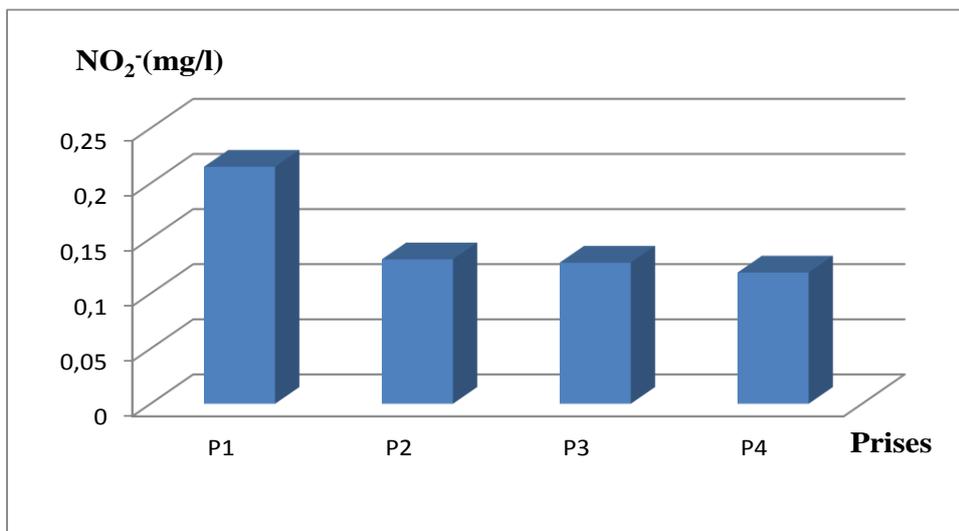


**Figure VI.11:** Variation de l'Alcalinité des eaux brutes de barrage Bekhadda.

La norme algérienne indique que: une valeur de 65 mg/l pour l'alcalinité dans les eaux superficielles (JORA, 2014). Les valeurs trouvées sont comprises entre 14,6 mg/l et 16,6 mg/l (fig IV.11), sont là aussi faibles et ne dépassent pas la norme.

➤ **Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Selon Hamed et al (2012), les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates .une eau renferme une quantité élevée de nitrite (supérieure à 1mg/l d'eau) les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau de boissons, sont de 0.1 mg/l pour les pays de l'union européenne et algériennes et des doses inférieur à 1mg/l pour l'OMS.

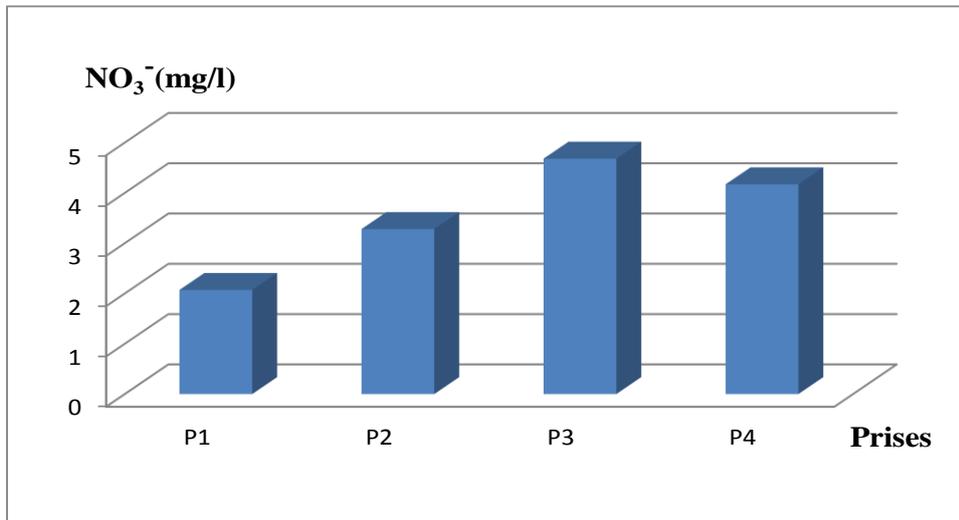


**Figure VI.12:** Variation de Nitrites des eaux brutes de barrage Bekhadda.

D'après l'histogramme de la figure IV.12, ci-dessus on observe que les concentrations de  $\text{NO}_2^-$  enregistrée dans les quatre prises sont dans les normes algériennes (Tab IV.2). Les eaux superficielles de barrage Bekhadda sont de qualité mauvaise.

➤ **Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Ce sont des sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques (**Ramade, 2000**).

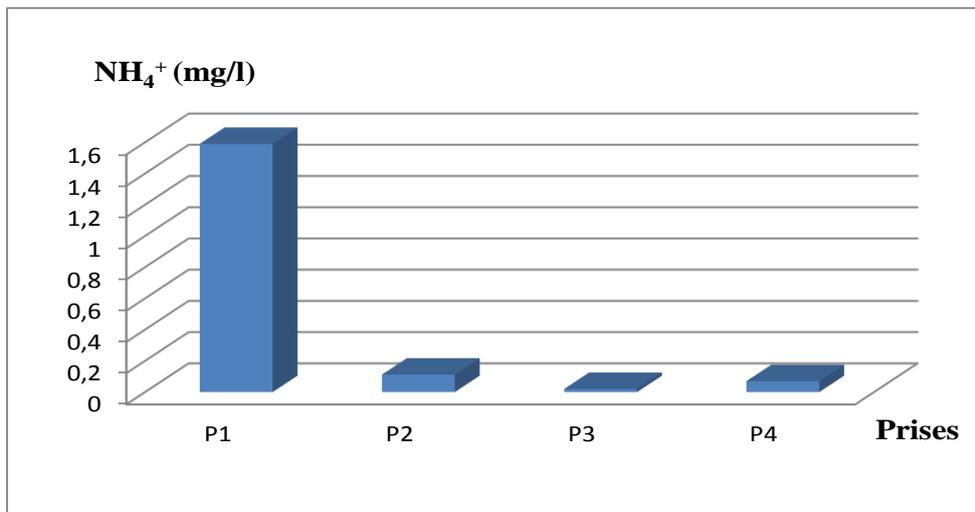


**Figure VI.13:** Variation de Nitrates des eaux brutes de barrage Bekhadda.

Les concentrations des nitrates sont comprises entre 2,07 mg/l (P1) et 4,68 mg/l (P3) (Fig IV.13), alors les eaux du barrage Bekhadda sont classées à bonne qualité par rapport les normes algériennes des eaux de surface (Tab IV.2).

➤ **Azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

Azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique (Rodier, 2005).



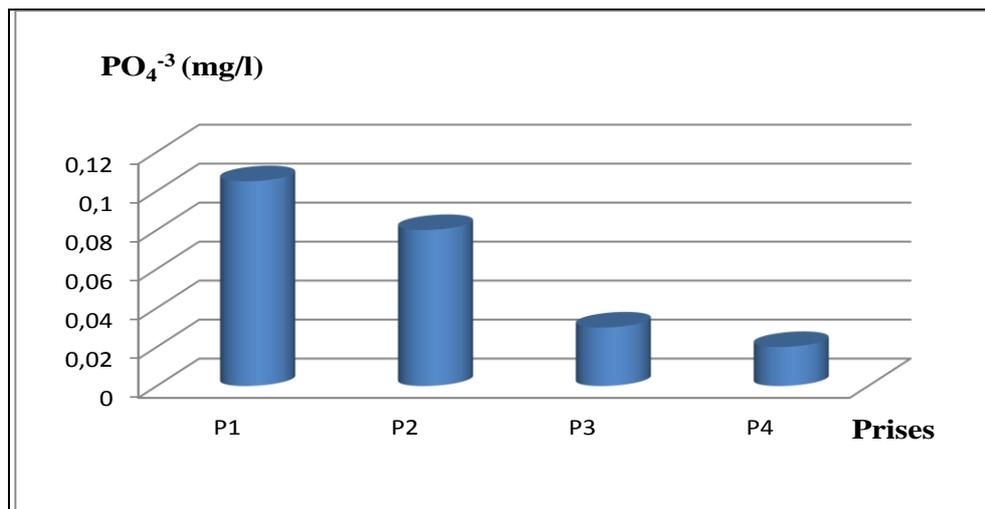
**Figure VI.14:** Variation d'Azote ammoniacal des eaux brutes de barrage Bekhadda.

Les teneurs en azote ammoniacal ont montré des variations d'une prise à l'autre (Fig IV.14).

Le teneur la plus élevée est enregistré dans la première prise avec une valeur de 1,59 mg/l et la faible valeur est 0,02 mg/l (P3). L'eau du barrage est classée de moyenne à mauvaise qualité.

➤ **Phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ )**

D'après **Rodier (2005)**, les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence naturel dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversé et à la décomposition de la matière organique .des teneurs supérieures à 0.5mg/l doivent constituer un indice de pollution. La figure VI.15 présente les valeurs des phosphates dans les eaux de barrage étudié.



**Figure VI.15:** Variation de  $\text{PO}_4^{-3}$  des eaux brutes de barrage bekhadda.

La présence des phosphates dans les eaux de barrage entraine un développement massif d'algues qui caractérise le phénomène d'eutrophisation (**Mebarkia, 2014**).

Dans nos échantillons, les concentrations en phosphates varient entre 0,02 et 0,105 mg/l ,la valeur maximale est enregistrée au niveau de prise du fond et la valeur minimale est enregistrée au niveau de prise du 5 mètres profondeur. Selon les classes d'aptitude des eaux de surface d'ANRH 2015 (Tab VI.2) les concentrations en  $\text{Po}_4^{-3}$  au niveau du barrage Bekhadda ne dépassent pas les normes, ainsi des eaux de qualité moyenne. La figure VI.15Présente les valeurs des phosphates dans les eaux de barrage étudié.

### Conclusion

Notre travail consiste à évaluer la qualité physico-chimique des eaux de barrage Bekhadda, les analyses sont effectuées au niveau de laboratoire de l'ADE Tiaret.

Les observations après les résultats des analyses physico-chimiques des eaux répondent aux normes des eaux de surface.

Nous constatons que l'eau de barrage Bekhadda présente une qualité moyenne à bonne pour l'irrigation et aussi pour l'AEP mais après le traitement.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Le barrage de Bekhadda se situe à l'Ouest de la ville de Tiaret, qui constitue l'un des plus ouvrages hydrauliques du bassin Nord de l'Atlas tellien.

L'étude climatologique montre que le barrage se présente un climat semi-aride, ce climat est caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 342,4 mm et un hiver froid et humide ; la température moyenne égale 24,4 C°.

C'est dans cet objectif que notre étude consiste à évaluer la qualité physico-chimique des eaux brutes de barrage du Bekhadda.

D'après les résultats l'étude statistique réalisée sur les données issues des analyses physico-chimique de 4 prélèvements des eaux montrent qu'elles sont caractérisées par :

- ✓ Une température et une conductivité électrique inférieure aux normes algériennes des eaux de surface.
- ✓ L'eau du barrage Bekhadda est de qualité moyenne et le pH est entre 7,61 et 7,84.
- ✓ La valeur de l'oxygène dissous signifie que l'eau est de bonne qualité.
- ✓ Une turbidité dépasse les normes algériennes.
- ✓ Des taux la dureté et alcalinité) indiquent une eau bonne qualité.
- ✓ Les concentrations moyenne du sulfates, des phosphates et des calciums, et sont aussi ne dépassent pas les normes sauf le manganèse est élevée dans toutes les eaux testées.
- ✓ Des teneurs en matières azotées (nitrites, nitrates et azote ammoniacal) signifient que l'eau de moyenne qualité.

# **Annexes**

## Annexes

---

### Annexe 1

#### Précipitation annuelle (1984/1985-2016/2017)

Année	sep	oct	nov	déc	Jan	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	Aout
84/85	5,5	14,4	47	6,35	48,9	62,6	51,4	7,4	34,7	34,2	0	0
85/86	35,4	36,4	0	29	68,7	60,8	88,6	21,6	43,8	8,9	0	0
86/87	4,06	8,64	0	14,48	38,5	93,3	23,8	0	43,8	21,4	27,8	8,7
87/88	2,8	39,5	50,5	25,2	47,5	19,4	15,7	29,2	20,5	14	0	0
88/89	2	23,2	30,8	16,4	17,1	11,9	95,8	51,3	23,5	24,4	7,3	4,7
89/90	35,4	0,6	37,4	46,8	28,3	42,9	49,2	44,5	43,8	7,9	11,1	2,1
90/91	17,8	6	37,4	46,8	28,3	42,9	49,2	44,5	43,8	7,9	11,1	2,1
91/92	4,1	31,5	13,5	19,7	43,9	8,9	24,64	47,75	54,61	7,37	17,35	3,05
92/93	2,2	16,4	29	35,4	0,5	26,5	12,8	31,7	43	0,5	0	3
93/94	27,4	22	31	47,1	26,6	43,3	2,1	27,4	0,2	0	3,9	0
94/95	46,1	73,9	31,7	9,6	44,9	11,5	45,9	27,4	0,2	11,7	0,3	33
95/96	14,3	67,8	21,2	48,5	106,5	111,2	50,6	84,3	32,9	20,6	28	11,2
96/97	4,5	10,6	3,4	26,1	63,3	11,4	0	108,6	18	0,5	0,3	33
97/98	98,9	26,1	89,2	44,8	22,9	23,5	14,5	56,8	74,3	0	0	4,6
98/99	0,7	11,8	4,1	20,4	101,9	36,7	117,6	0	9,3	0	0	10,3
99/00	42,6	33,4	27,7	77,5	0	0	5,6	13,9	17	0	0	0,9
00/01	9,6	56	76,4	16	52,1	47,4	5,7	24,2	21,1	0	0	0,8
01/02	74,5	12,2	86,7	29,7	2	12,8	45,2	32,3	46,3	1,8	0,7	11,3
02/03	0,9	9,6	45,9	30,3	65,5	78,1	10,1	60,4	8,8	10	1	8,5
03/04	59,2	31,3	45,7	18	53,1	64	20,1	32,2	68,4	2,6	5,2	0
04/05	16,4	30,6	51	64,7	22,6	32,1	38,7	1,3	0	1,4	0	0
05/06	16,8	31,3	45,7	18	53,1	64	20,1	32,2	68,4	2,6	0	0
06/07	15,7	4,3	4,5	41,8	22,4	40,9	46	46,4	6,2	0	0,3	1,6
07/08	17,8	114	37,4	6,3	24,2	10,9	17,3	10,6	40,8	9,9	9,6	0

## Annexes

---

<b>08/09</b>	13,8	66,6	34,8	84,9	81,2	31,4	52,7	93,7	21,9	0	0,6	1
<b>09/10</b>	80,1	12,3	33,8	34,3	39,6	95,8	54,9	17,1	23,9	1,3	0	22,8
<b>10/11</b>	5,9	38,4	23,5	27,6	28,7	44,4	27,9	45	42,5	41,4	0	4,7
<b>11/12</b>	34,3	34,3	72,3	7,8	13,6	27	21	101,4	2,4	0,2	0	0,5
<b>12/13</b>	2,9	25	112,3	16,1	57,1	57	60,9	124,3	55,5	0	5,5	0,2
<b>13/14</b>	17,7	3	47	55,4	61,5	62,6	116,3	7,4	1,5	34,2	0	0
<b>14/15</b>	46,8	26,2	47	0	61,5	62,6	116,3	7,4	1,5	34,2	0	0
<b>15/16</b>	4,4	81,1	19,1	0	17,6	66,5	110,8	40,6	36,2	10,9	0	0
<b>16/17</b>	8,1	4,4	66,6	27,6	144,6	14,1	15,8	6,5	33,1	0,5	0	27,6
<b>Total</b>	768,6	1002,8	1303,6	992,6	1488,2	1418,4	1427,2	1279,3	981,9	310,3	130,05	195,6
<b>Moy</b>	23,29	30,38	39,50	30,07	45,09	42,98	43,24	38,76	29,75	9,40	3,94	5,92

### Annexe 2

#### Mode opératoire de chaque paramètre

Notre travail a été effectué au niveau du laboratoire de l'ADE de wilaya de Tiaret et laboratoire de l'université IBN Khaldoun Tiaret.

Les étapes de travail d'étude hydrochimie est résumé dans l'organigramme suivante :

1. La mesure de la température, pH, CE, l'oxygène dissous et la turbidité sont à effectuer sur le terrain.
2. **Chlorure**

#### Mode opératoire

Introduire 100ml d'eau à analyser s'infiltré dans une fiole et ajouter 2 ou 3 gouttes d'acide nitrique pur  $\text{HNO}_3^-$  puis une pincée de carbonate de chaux et 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10% (coloration jaunâtre) c'est-à-dire (10g de chromate de potassium dans 100ml d'eau et 2 gouttes acide  $\text{HNO}_3^-$ ) et titrer avec  $\text{AgNO}_3^-$  à 0,01N jusqu'à coloration rouge brique ou brunâtre.

#### 3. Sulfate

#### Mode opératoire

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant 1mn.
- Passer au spectrophotomètre  $\lambda = 420 \text{ nm}$ .

#### 4. Alcalinité (TA, TAC)

#### Mode opératoire

Détermination de TA

## Annexes

---

Prendre 100ml d'eau à analyser dans capsule porcelaine blanche, ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphaléine. Une coloration rose dans le cas contraire le TA est nulle.

### Détermination de TAC

Le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration. Ajouter 2 gouttes de solution méthylorange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune au jaune orangé.

## 5. Les éléments nutritifs

### Nitrates ( $\text{NO}_2^-$ )

#### Mode opératoire

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml de réactif mixte.
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$
- La longueur d'ordre 543

### Nitrites ( $\text{NO}_3^-$ )

#### Mode opératoire

- Prendre 10ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 1ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou l'étuve à une température de 75 à 88°C (ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pur laissé reposer 10mn.
- Ajouter 15ml d'eau distillée.
- Ajouter 15ml de tartrate double de sodium et potassium.

### Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

#### Mode opératoire

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4ml du réactif I.

## Annexes

---

- Ajouter 4ml du réactif II et ajuster à 50ml avec l'eau distillée et attendre 1h.
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de  $\text{NH}_4^+$ .

### phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

#### Mode opératoire

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml acide ascorbique.
- Ajouter 2ml de mélange mixte.
- Attendre 10mn développement de la couleur.
- Longueur d'onde 880 nm.

### Annexe 03



Dosage et titrage

Appareil multi paramètre



Détermination de  $\text{SO}_4^{-2}$



Oxymètre



Mesure de la turbidité

### Résumé

Le barrage de Bekhadda est situé à 40 Km à l'Ouest de la ville Tiaret à une Altitude 665 mètre, ce barrage se trouve sur le cours d'eau supérieur de la Mina et alimente le barrage.

Bekhadda est la principale ressource en eau de la Wilaya de Tiaret.

Le but le choix de ce thème de mémoire est le connaître la qualité physico-chimique des eaux brutes du barrage Bekhadda et leur climat.

Globalement, la qualité des eaux du barrage Bekhadda a été apprécié par l'analyse des paramètres physique et chimique (Température, pH, conductivité électrique, matière organique, chlorure, sulfates, nitrites, nitrates).

Les résultats des analyses sont réalisés montre que les eaux brutes de barrage du Bekhadda sont moyenne à bonne.

**Mots clés :** barrage Bekhadda, eau brute, qualité physico-chimique

### Abstract

The Bekhadda dam is located 40 km west of Tiaret town at an Altitude of 665 meters, this dam is located on the upper stream of the Mina and feeds the dam.

Bekhadda is the main water resource in the Wilaya of Tiaret.

The goal of choosing this memory theme is to know the physico-chemical quality of raw water from the Bekhadda dam and its climate.

Overall, the water quality of the Bekhadda dam was assessed by analyzing the physical and chemical parameters (temperature, pH, electrical conductivity, organic matter, chloride, sulphates, nitrites, nitrates).

The results of the analyzes are carried out and show that the raw water from the Bekhadda dam is average to good.

**Keywords :** Bekhadda dam, raw water, physico-chemical quality

### الملخص

يقع سد بخدة على بعد 40 كم غرب مدينة تيارت على ارتفاع 665 متراً ، ويقع هذا السد على التيار العلوي من منى ويغذي السد.

بخدة هي المصدر الرئيسي للمياه في ولاية تيارت.

الهدف من اختيار موضوع الذاكرة هذا هو معرفة الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه الخام من سد بخدة ومناخها.

بشكل عام، تم تقييم جودة المياه في سد بخدة من خلال تحليل العوامل الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة، ودرجة

الحموضة، والتوصيل الكهربائي، والمواد العضوية، والكلوريد، والكبريتات، والنترات)

تم إجراء نتائج التحليلات وتبين أن المياه الخام من سد بخدة تتراوح بين المتوسط والجيد.

**الكلمات المفتاحية:** سد بخدة ، مياه خام ، جودة فيزيائية-كيميائية.

### Références bibliographiques :

- ✓ **ABH, 2014:** Agence de Bassin Hydrographie, 2014.
- ✓ **Achour S, 2001 :** Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles, mémoire de doctorat université Tizi-Ouzou, Algeria 231 p.
- ✓ **ADE, 2021:** Algériennes Des Eaux, 2021.
- ✓
- ✓ **Allalgua A, Kaouachi N, Boualeg C, Ayari A, 2017 :** Caractérisation physico-chimique des eaux du barrage Fom El-Khanga (Région de Souk-Ahras, Algérie), European Scientific Journal ,13 (12): 258-275.
- ✓ **ANBT, 2021:** Présentation de barrage Bekhadda.
- ✓ **ANRH Tiaret, 2015:** Agence national des ressources hydraulique Tiaret, 2015.
- ✓ **Baziz N, 2008:** Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé de la ville Batna, mémoire de magister université Batna.
- ✓ **Belhadj, 2006:** Etude de barrage ZITE-EMBA commune de Bekkouche Lakhdar Wilaya Skikda, mémoire magister.
- ✓ **BNEDER, 2006 :** Bureau National d'étude pour le développement rural) Inventaire Forestier National. Rapport d'étude.
- ✓ **Bouchentouf K, 1982 :** Coupe Litho stratigraphique locale de Tiaret.
- ✓ **CFT, 2014 :** Conservation de forets Tiaret 2014 (pédologie de wilaya).
- ✓ **De Maratone F, 1926 :** Une nouvelle fonction climatologique l'indice de la météo.
- ✓ **Draouache et Gharbi, 2019 :** Contribution à l'étude de la qualité des eaux du Barrage Bougara (Wilaya Tiaret).
- ✓ **DRE Tiaret, 2007 :** Géologie de la wilaya de Tiaret.
- ✓ **Hales et Bensidik, 2020 :** Evaluation de l'état quantitatif des ressources en eau dans la wilaya de Tiaret.
- ✓ Les grandes lignes tectoniques de la région sont situées au niveau des monts de Tiaret et celui du Djebel Nador : In **Belhakem et Saleh, 2015.**
- ✓ **Medkooor et El khoudhier, 2016:** Etat de la qualité des eaux de surface dans une zone semi-aride : barrage de Dahmouni (Wilaya de Tiaret).
- ✓ **Monographie de Wilaya de Tiaret, 2015.**
- ✓ **Mostafa et Mourah, 2016:** Origines et l'évolution du chimisme des eaux brutes du Barrage de Bekhadda (Wilaya Tiaret).

- ✓ **Ouattara Y, Guiguemde I, Diendere F, Diarra J, Bary A, 2012** : Pollution des eaux dans le bassin du nakambe : cas du barrage de Ziga.
- ✓ **Ouedraogo et Arraria, 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).
- ✓ **Ramade, 1993** : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences l'énervement.
- ✓ **Ramade, 2000** : Dictionnaire encyclopédique des pollutions ed : Ediscience internationale, Paris.
- ✓ **Rodier J, Legube B, Merlet M, Bruret R, (2009)**: L'analyses de l'eau Ed, Durod, Paris.
- ✓ **Rodier, 2005** :L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Ed : Duonop, Paris.
- ✓ **Rodier, 2008**:L'analyse de l'eau TomeI ed : Dunod Paris.
- ✓ **Safa, 2010**: Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin versant Mina, zone aride à semi-aride (Hautes plaines oranaises, Algérie nord occidentale), thèse de doctorat université Oran.
- ✓ **SOT, 2014** : site officiel de la wilaya de Tiaret 2014.
- ✓ **Toumi, 2013**:Application des techniques nucléaires et de la télédétection à l'étude de l'érosion hydrique dans le bassin versant de l'oued Mina, Thèse de doctorat université Blida.
- ✓ **Zaara, 2016**: Etude physicochimiques des eaux du barrage K'sob et leur aptitude à l'irrigation.