

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique  
Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued

Faculté de Technologie

Département D'hydraulique et de Génie Civil



## MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique  
Option : *Conception et Diagnostic des systèmes d'AEP et d'assainissement*

## Thème

***ETUDE DE LA QUALITE D EAU  
POTABLE CONSOMMEE DANS  
VILLE D EL OUED ET SON EFFET  
SUR LA SANTE PUBLIQUE***

Dirigé par :

- Bouchemal Fattoum

Présenté par :

- Chibani Mohammed

- Baraika Ammar

JUIN 2019

# REMERCIEMENTS

Nous remercions **ALLAH** qui nous a donné la sagesse pour achever ce modeste travail.

Au terme de ce travail, nous souhaitons exprimer notre gratitude et nos remerciements à notre promoteur M.Bouchemal Fattoum, pour la confiance dont elle nous a gratifiés en acceptant d'encadrer les travaux de ce mémoire, en se préoccupant constamment de son avancement, et à tous ceux qui on de près ou de loin contribués à notre étude, en particulier:

- A tout les enseignants qui ont contribué à notre formations.
- Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner notre travail et de l'apprécier à sa juste valeur.
- Nous ne pouvons pas manquer de remercier tous :  
Baker Abdelkrim : Directeur d'exploitation d'unité EL-Oued  
Mehaoua Med : chef laboratoire ADE. EL-Oued.

Chibani Mohammed

Baraika Ammar

# Dédicace

**A** mes parents

**A** mes frères et soeurs

**A** ma famille

**A** mes amis

**A** tous ce qui me sens chère

**Je** dédie ce modeste travail

*Mohammed Ammar*

### ملخص :

إن الهدف من هذا العمل هو تحديد نوعية مياه هذه الطبقات وتأثيرها على صحة العمومية من خلال النتائج المحصل عليها وبعد تطرقنا لعدة خطوات للمعالجة ( رسم بياني - أداة إحصائية) نستنتج أن تركيز المعدنية مرتفعة سببها الرئيسي جيولوجي ،أي أنها متعلقة بتركيبية الطبقات . يبقى في الأخير أن المشكل الأساسي لمياه طبقة المتداخل القاري الأولى لمدينة وادي سوف يقع في نوعية، وهذا ما يستلزم وضع قوانين من أجل تحسين استغلاله وتحسين تركيبته النوعية وبحيث تضمن هذه القوانين معايير مياه الشرب العالمية قبل وضعها للاستهلاك .

كلمات المفتاحية :المتداخل القاري ، المركب النهائي، نوعية المياه .



### **Résumé :**

L'objectif de cette étude est de déterminer la qualité des eaux de ces couches et leur impact sur la santé publique .

Les résultats obtenus et traités par différentes méthodes, diagramme et outil statistique permettent de conclure que la minéralisation des eaux est d'origine géologique. Le problème essentiel des eaux de la première nappe du complexe Terminal de la vallée d'Oued-Souf est un problème de qualité, pour cela il faut exiger des critères rigoureux pour améliorer la qualité chimique des eaux et garantir sa potabilité selon les normes internationales, avant de la mobiliser aux consommateurs.

**Mots clés :** *Complexe Terminal, Continental Intercalaire, la qualité d'eaux.*

### **Abstract:**

The objective of this study is to determine the quality of the waters of these layers and their impact on public health.

The results obtained and processed by different methods, diagram and statistical tool allow to conclude that the mineralization of waters is of geological origin. The main problem of the waters of the first water of the Valley of Oued Souf Terminal complex is a quality problem, this should require rigorous criteria to improve the chemical quality of the water and ensure its potability according to international standards, before the mobilize consumers.

**Key words:** *final composite, Intercontinental continental, water quality*

*Liste des abbreviations*

**D.P.S.B** : Direction de La Programmation et du Suivi Budgétaires

**D.H.W** : Direction de l'hydraulique de la Wilaya

**A.N.R.H** : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**A.D.E** : Algérienne Des Eaux.

**P.D.A.U**: Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme

**M.N.T** : Modèle Numérique du Terrain.

**C.T** : Complexe Terminal.

**C.I** : Continental Intercalaire.

**U.N.E.S.C.O** : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

**A.E.P** : Alimentation en Eau Potable.

**O.N.M** : Office National Météorologique.

**O.M.S** : Organisation mondial de la santé

**T.H** : Titre Hydrotimétrique

**C.E.E** : Communauté économique européenne

**P.H** : Potentiel d'Hydrogène

**E.D.T.A** : Acide éthylène diamine tétracétique

*Liste des abbreviations*

**Les Unités :**

**cm** : Centimètre ;

**°C** : Degré Celsius ;

**°F** : Degré français ;

**m** : Mètre ;

**meq/l** : Milliéquivalent par litre ;

**mg** : Milligramme ;

**mg/l** : Milligramme par litre ;

**g** : Gramme ;

**g/l** : Gramme par litre ;

**h** : Heure ;

**μS/cm** : Micro siemens par centimètre ;

**j** : jour

**L** : litre

**%** : Pourcentage

**N.T.U** : Néphélométric turbidity unit

**Km** : Kilomètre

**km<sup>2</sup>** : Kilomètre carré

**hab/km** : Habitant par kilomètre

**kg** : Kilogramme

# ***SOMMAIRE***

|  |    |
|--|----|
| Dédicace   |    |
| Remerciement   |    |
| Résumé   |    |
| Liste des abréviations                                       |    |
| <b>Sommaire</b>  |    |
| Liste des tableaux   |    |
| Liste des figures  |    |
| Liste des photos   |    |
| Liste des Graphe   |    |
| Introduction générale  |    |
| <b>CHAPITRE I</b> Présentation générale de la région d'étude |    |
| I.1. Introduction  | 4  |
| I.2. Considérations Générales                                | 4  |
| I.2.1. Situation géographique de la wilaya d'El-Oued         | 4  |
| I .3. Etude climatologique                                   | 6  |
| I .3.1. Les précipitations                                   | 7  |
| I .3.2. La température                                       | 7  |
| I .3.3. Diagramme pluvio-thermique                           | 8  |
| I.3.4. L'Evaporation   | 8  |
| I .3.5. L'humidité   | 9  |
| I .3.6. Le vent  | 9  |
| I .4. Etude Hydrogéologique                                  | 10 |
| I.5. L'hydrographie  | 11 |
| I.6. La morphologie  | 11 |
| I .7. Relief   | 11 |
| I . 8. Géomorphologie de la région d'étude                   | 13 |
| I . 9. Etude géologie  | 14 |
| I .10. L'eau en Sahara Souf                                  | 16 |
| I .11. L'agriculture d'El-Oued                               | 16 |
| I.11.1.L'irrigation  | 17 |
| I .12. D'étude Socio Economique                              | 18 |
| Conclusion   | 19 |

| CHAPITRE II Qualité des eaux dans la région d'El Oued                                 |    |
|---|----|
| III.1. Introduction   | 21 |
| III.2. Définition de l'eau potable  | 21 |
| III.3. Qualité de l'eau potable   | 22 |
| III.3.1. Qu'est-ce que la qualité de l'eau souterraine                                | 22 |
| III.3.2. Paramètres organoleptiques   | 22 |
| III.3.2.1. La couleur   | 22 |
| III.3.2.2. La saveur et l'odeur   | 22 |
| III.3.3. Les paramètres microbiologiques  | 23 |
| III.3.4. Les paramètres physicochimiques  | 23 |
| III.3.4.1. Les paramètres physiques   | 23 |
| III.3.4.2. Les Paramètre chimiques  | 24 |
| III.3.4.3. Les Eléments métalliques en trace (toxique dite aussi lourds)              | 28 |
| III.3.4. Normes de potabilité   | 29 |
| III.3.5. Qualité physicochimique des eaux distribuées a la ville d'El Oued pour l'AEP | 31 |
| III.3.5.1. Interprétations des résultats d'analyse chimique de l'an 2018              | 31 |
| III.3.6. Conclusion   | 33 |
| CHAPITRE III Les maladies à transmission hydrique dans la région d'étude              |    |
| III.1. Introduction   | 35 |
| III.2. La pollution de l'eau  | 35 |
| III.3. les différents types des pollutions de l'eau                                   | 35 |
| III.3. 1. pollution physique  | 35 |
| III.3. 2. pollution physico-chimique  | 35 |
| III.3. 3. Pollution microbiologique   | 35 |
| III.4. Différents origines de la pollution des eaux                                   | 36 |
| III.4.1. Origine anthropiques   | 36 |
| III.4.1.1. L'origine domestique   | 36 |
| III.4.1.2. L'origine agricole et industrielle   | 36 |
| III.4.1.3. L'origine naturelle  | 36 |
| III.4.2. Impact de la pollution des eaux  | 36 |
| III.4.2.1. Impact de la pollution sur l'écosystème                                    | 36 |
| III.4.2.2. Impact de la pollution sur la santé  | 36 |
| III.5. les différents types de maladies hydriques                                     | 37 |

|  |    |
|--|----|
| III.5.1. Maladies d'origine bactérienne  | 37 |
| III.5.2. Maladies d'origine virale   | 38 |
| III.5.3. Maladies d'origine parasitaire  | 38 |
| III.6. Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie                              | 38 |
| III.7. Le programme national de lutte contre les M T H                             | 39 |
| III.8. Répartitions des maladies à transmission hydrique dans la commune d'El-Oued | 40 |
| III.6. Conclusion  | 42 |
| <b>Chapitre IV Prélèvement des échantillons et méthodologies</b>                   |    |
| IV.1. Introduction   | 44 |
| IV.2. Choix des stations d'étude   | 44 |
| IV.3. Prélèvement des échantillons   | 44 |
| IV.4. Appareillages d'analyse  | 45 |
| IV.4.1. Mesure de la température   | 45 |
| IV.4.2. Mesure du pH   | 45 |
| IV.4.3. Mesure de la conductivité  | 45 |
| IV.4.4. Mesure de la turbidité   | 46 |
| IV.4.5. Dosage de la dureté totale   | 47 |
| IV.4.6. Dosage de calcium  | 48 |
| IV.4.7. Calcul du magnésium  | 48 |
| IV.4.8. Dosage de l'alcalinité   | 48 |
| a) Détermination du titre alcalimétrique   | 48 |
| b) Détermination du titre alcalimétrique complète                                  | 48 |
| IV.4.9. Calcul des bicarbonates  | 49 |
| IV.4.10. Dosage des sulfates   | 49 |
| IV.4.11. Dosage des chlorures  | 50 |
| IV.4.12. Dosage des nitrites   | 50 |
| IV.6. Conclusion   | 50 |
| <b>CHAPITRE V Résultats et discussion</b>  |    |
| V.1. Introduction  | 53 |
| V.2. Méthodes et stratégie de travail  | 53 |
| V.2.1. Identification des points d'échantillonnages                                | 53 |
| V.2.2. Méthodes et matériels   | 53 |
| V.2.3. Prélèvement   | 53 |

|   |    |
|---|----|
| V.2.3.1. Fiche de prélèvement   | 53 |
| V.2.4. Echantillonnages   | 54 |
| V.2.4.1. Conservation des échantillons  | 54 |
| V.2.4.2. Mesure in situ   | 54 |
| V.2.4.3. Analyses au laboratoire  | 54 |
| V.3. Résultats et discussions   | 55 |
| V.3.1. Caractéristiques chimiques des eaux, éléments dominants                          | 55 |
| V.3. 2.1 Eau des forages d' El_Oued   | 55 |
| V.3.3. Evolution spatiale des concentrations de quelques variables et Normes            | 58 |
| V.3.3.1. La température   | 58 |
| V.3.3.2. La conductivité électrique   | 58 |
| V.3.3.3. Le PH  | 59 |
| V.3.3.4. Le calcium Ca <sup>++</sup>  | 59 |
| V.3.3.5. Le magnésium (Mg <sup>++</sup> )   | 60 |
| V.3.3.6. Bicarbonates (HC03 <sup>-</sup> )  | 60 |
| V.3.3.7. Les chlorures (CL <sup>-</sup> )   | 61 |
| V.3.3.8. Les sulfates (SO4 <sup>--</sup> )  | 62 |
| V.3.3.9. Les nitrates (NO3 <sup>-</sup> )   | 62 |
| V.4. Propriétés chimiques de l'eau, éléments dominants:                                 | 63 |
| V.5. Les principaux sels augmentent dans l'eau de boisson et nuisent à la santé humaine | 63 |
| V.6. Conclusion :   | 64 |
| Conclusion générale   |    |
| Bibliographie   |    |



## Liste des tableaux

| N°               | TITRE   | PAGE |
|------------------|---|------|
| Tableau N° I-01  | Données climatiques période 1978-2013 (O.N.M, El-oued 2013)       | 6    |
| Tableau N°II-02  | Quelques normes des eaux potables                                 | 30   |
| Tableau N°II-03  | Les analyses physicochimiques recueillies de l'ADE en 2018        | 31   |
| Tableau N°III-04 | nombre d' MTH dans la commune d'El-Oued                           | 40   |
| Tableau N°V-05   | caractéristiques physico-chimiques de l'eau 16 forages d' El_Oued | 55   |
| Tableau N°V-05   | caractéristiques physico-chimiques de l'eau 16 forages d' El_Oued | 56   |

## Liste des figures

| N°              | TITRE   | PAGE |
|-----------------|---|------|
| Figure N° I-01  | Les frontières de la région du Souf                                     | 5    |
| Figure N° I-02  | Histogramme des précipitations moyenne mensuelle                        | 7    |
| Figure N° I-03  | Histogramme des températures moyenne mensuelle                          | 7    |
| Figure N° I-04  | Courbe pluvio-thermique de région d'El-Oued                             | 8    |
| Figure N° I-05  | Histogramme de l'évaporation moyenne mensuelle                          | 8    |
| Figure N° I-06  | Histogramme des l'humidité relative moyenne mensuelle                   | 9    |
| Figure N° I-07  | Histogramme des vitesses du vent moyenne mensuelle                      | 10   |
| Figure N° I-08  | Carte de relief du Souf   | 13   |
| Figure N° I-09  | Log de forage F1 à l'Albien   | 15   |
| Figure N° IV-10 | Carte de localisation des différents points étudiés.                    | 44   |
| Figure N° V-11  | Diagramme de Piper des eaux des forages alimentant la ville d'Oued Souf | 57   |

## Liste des Graphique

| N°             | TITRE   | PAGE |
|----------------|---|------|
| Graphe N°III-1 | Courbe les maladies de la leishmaniose dans période 10 an                               | 40   |
| Graphe N°III-2 | Courbe les maladies de la typhoide dans période 10 an                                   | 41   |
| Graphe N°III-3 | Courbe les maladies de la Toxiinfection alimentaire dans période 10 an                  | 41   |
| Graphe N°III-4 | Présentation des pourcentages(%) des variables maladies                                 | 41   |
| Graphe N°V-5   | Evolution spatiale de la température sur les points de prélèvements.                    | 58   |
| Graphe N°V-6   | <i>Evolution spatiale de la conductivité électrique sur les points de prélèvements.</i> | 58   |
| Graphe N°V-7   | <i>Evolution spatiale du PH sur les points de prélèvements.</i>                         | 59   |
| Graphe N°V-8   | <i>Evolution spatiale du calcium sur les points de prélèvements.</i>                    | 59   |
| Graphe N°V-9   | <i>Evolution spatiale du magnésium sur les points de prélèvements.</i>                  | 60   |
| Graphe N°V-10  | <i>Evolution spatiale des Bicarbonates sur les points de prélèvements.</i>              | 61   |
| Graphe N°V-11  | <i>Evolution spatiale des chlorures sur les points de prélèvements.</i>                 | 61   |
| Graphe N°V-12  | <i>Evolution spatiale des sulfates sur les points de prélèvements.</i>                  | 62   |
| Graphe N°V-13  | <i>Evolution spatiale des Nitrates sur les points de prélèvements.</i>                  | 62   |

## Liste des photos

| N°              | TITRE  | PAGE |
|-----------------|--|------|
| Photos N° I-01  | Représentation des dunes et d'un Ghout           | 12   |
| Photos N° I-02  | Evolution de la disponibilité de l'eau en Sahara | 16   |
| Photos N° I-03  | irrigation par pivot.                            | 18   |
| Photos N° IV-04 | PH-mètre.  | 45   |
| Photos N° IV-05 | Conductimètre                                    | 46   |
| Photo N°IV- 06  | Turbidimètre Hatch utilisé.                      | 47   |

## **Introduction générale :**

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques.

Pour son bien être l'homme a appris à maîtriser l'eau, mais en même temps il l'a rend impropre et polluée et devient dans ce cas une menace pour la vie et un obstacle pour la santé et les progrès des populations. De manière générale la santé de l'homme est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes. Actuellement on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission. Pour pouvoir l'utiliser, elle doit répondre à certaines caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques qui dépendent de type d'utilisation. Concernant notre étude, nous nous intéressons uniquement à l'alimentation en eau potable (AEP).

L'eau, source de vie, un élément de préservation de la santé, mais aussi un véhicule de nombreuses maladies dites maladies à transmission hydrique (MTH).

Pour protéger la santé humaine, l'eau potable est réglementée par les recommandations suffisamment rigoureuses. En absence de recommandations de ce genre, divers problèmes de santé peuvent se poser, donc une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque, elle ne doit contenir en quantité nuisible ni substances chimiques, ni germes nocifs à la santé.

A cet effet l'objectif de notre travail est d'aborder cette problématique en se basant sur l'utilisation d'indicateurs comme outils d'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable et les risques potentiels sur la santé humaine dans la ville de eloued, qui a connu l'éclosion de multiples foyers des maladies à transmission hydrique. Cette ville est considérée comme une zone à haut risque parce qu'elle enregistre un nombre élevé de cas de la fièvre typhoïde, ces problèmes dus à la mauvaise qualité de l'eau liée aux divers facteurs tel que : une urbanisation rapide et anarchique non maîtrisable, vétusté des réseaux, une démographie galopante aggravée par une

insuffisance quantitative des ressources hydriques et surtout la gestion de l'eau ne relie pas les aspects qualitatifs de l'eau aux problèmes de la santé humaine et environnement. Comme on peut le remarquer, en l'absence d'une bonne gestion des ressources hydriques, il est impossible d'aspirer à un développement durable.

Pour ces raisons ce sujet n'est pas traité uniquement du point de vue chimique et biologique, mais d'un point de vue d'aménagement du territoire qui vise à mettre en évidence les incohérences du développement urbain dans le temps et l'espace, il convient ensuite d'envisager des solutions à même d'assurer un développement harmonieux et durable de la ville.

Notre étude donc constitue une tentative de réponses aux questions suivantes :

Quels sont les problèmes de la qualité de l'eau potable dans la ville de eloued, Pouvons-nous les classer ou les hiérarchiser pour en rechercher les solutions les plus adéquates afin d'éviter tout risque sur la santé publique ?

### **Méthodologie de travail :**

Pour réaliser les objectifs de notre étude et pour appréhender les problèmes de l'alimentation en eau potable et la pollution de celle-ci dans la ville de eloued nous avons organisé notre travail en cinq chapitres.

### **Partie bibliographique**

**Chapitre I :** dans le but de permettre une meilleure appréciation des problèmes posés par l'eau d'alimentation, il faut dire il nous a semblé très utile de présenter le cadre naturel et socio-économique de la ville de eloued .

**Chapitre II :** Cette partie est consacrée à la qualité des eaux dans la zone d'étude

**Chapitre III :** Aborde les différentes maladies liées à l'eau potable et les divers facteurs favorisant l'écllosion de multiples foyers de ces maladies en Algérie et particulièrement dans la ville de eloued.

### **Partie expérimentale**

**Chapitre IV :** Prélèvement des échantillons et méthodologies l'évaluation des paramètres physico-chimiques de l'eau potable dans la ville de eloued

**Chapitre V :** Résultats et discussion.

# *CHAPITRE I*

*Présentation de la région d'étude*

## I.1. Introduction

La valeur croissante de l'eau, les préoccupations concernant sa qualité et la quantité des approvisionnements, ainsi que les problèmes d'accès ou non à celle-ci, ont donné lieu au concept d'une géopolitique des ressources.

Vu que le développement industriel, agricole et urbain dans les régions sahariennes est accompagné inévitablement par une demande croissante de l'eau ;

Vu que l'utilisation des eaux souterraines s'avère une nécessité incontournable ;

Vu que les caractéristiques minérales des eaux de la région d'étude sont apparues globalement médiocres révélées par les études antérieures.

Vu que les impacts sur la population qui utilise cette eau et l'environnement sont encore mal identifiés ; Vu la position géostratégique de la ville El oued ;

Cette présente étude a pour objectif : Détermination de la qualité de l'eau potable et de ses effets sur la santé publique de la ville d'El oued.

## I.2. Considérations Générales

### I.2.1. Situation géographique de la wilaya d'El-oued:

La wilaya d'El-oued est située au Sud-Est de l'Algérie, couverte des dunes de sable tous égards, elle est délimitée :

- Au Nord par les wilayas de Tébessa et Khenchela ,
- Au Nord et au nord-ouest par la wilaya de Biskra ,
- Au Sud par la wilaya d'Ouargla ,
- A l'Est la wilaya d'El oued est frontalière avec la Tunisie.

La wilaya se situe au nord de la mer des dunes du grand erg oriental ; (Achiri O; 2014 ) Elle a une superficie de 44586,80 km<sup>2</sup> et compte 820 000 habitants ; (D.P.S.B; 2019) Cette région est aussi appelée Souf, selon le mot employé. « oued en arabe = fleuve » et « souf = Seoff » Et attribué au mot « l'Erg, l'épée » en effet un fleuve souterrain traverse la wilaya.

La superficie communale du chef lieu est de 77.20 Km<sup>2</sup>, située à une latitude de 30.30° Nord, et à une longitude de 47.6°Est, dont les limites de la commune d'El-oued sont comme suite (Figure1).

- Au Nord par la commune de Kouinine et Hassani Abdelkrim.
- Au Sud par la commune de Bayada.
- A l'Est par la commune Trifawi.
- A l'Ouest par la commune d'oued Elanda.

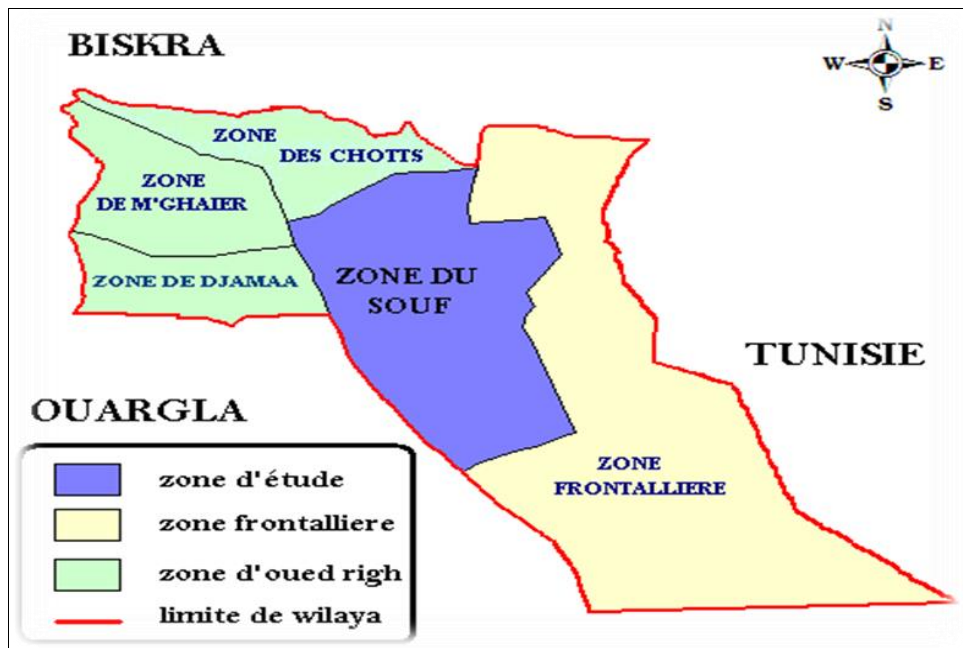
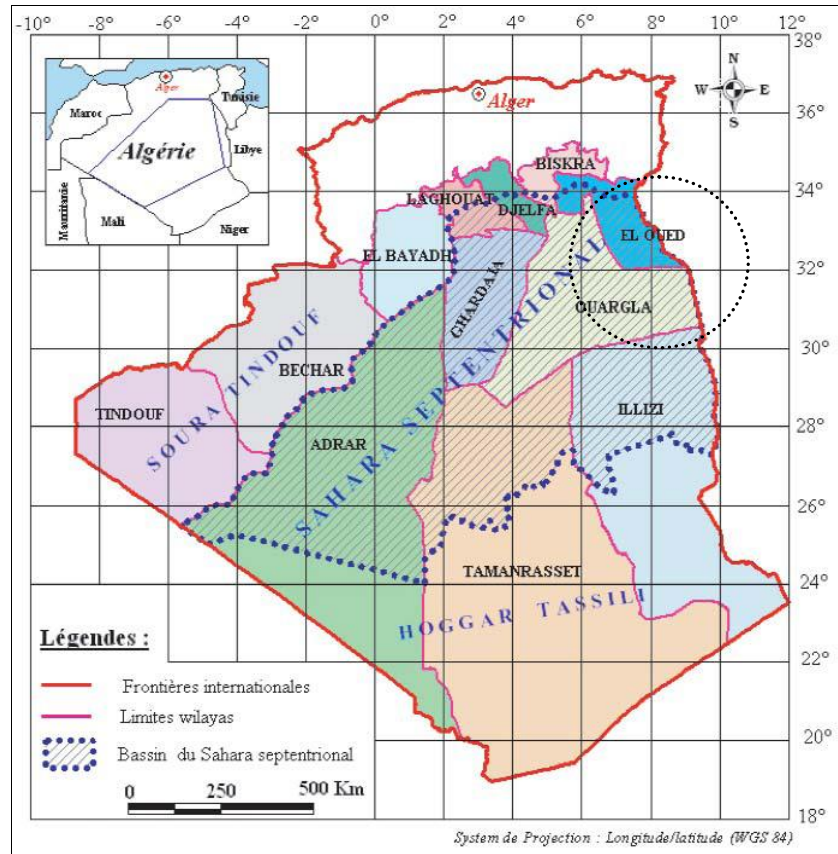


Figure N° I-01: Les frontières de la région du Souf (Source: A.N.R.H, 2005)

### I.3. Etude climatologique

Le climat d'El-oued est un climat saharien se caractérise par un faible taux des précipitations et des températures élevées, d'une évaporation importante et d'un rayonnement solaire excessif.

Comme référence-la en l'absence des stations climatiques couvrant toute la Wilaya, on prendra la station de Guemar pour caractériser la zone d'étude. Les coordonnées géographiques de cette station sont :

- Code A.N.R.H : 13 04 14
- Altitude : 64 m
- Longitude : 06°47' E, Latitude : 33°30' N

Pour étudier les données de cette station, nous nous sommes basés sur une série de mesures s'étalant sur 35 ans (1978-2013). Cette série est la plus récente et ne présente pas de lacunes (voir tableau 1).

**Tableau N° I-01:** Données climatiques période 1978-2013 (O.N.M, El-oued 2013)

| Paramètres<br>Mois | Température         |                     |                     | Précipitation<br>(mm) | Evaporation<br>(mm) | Humidité<br>(%) | Vent<br>(m/s) |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|---------------|
|                    | T <sub>min</sub> °C | T <sub>max</sub> °C | T <sub>moy</sub> °C |                       |                     |                 |               |
| Janvier            | 8,5                 | 13,7                | 11,1                | 12,83                 | 80,3                | 64,87           | 1,83          |
| Février            | 10,8                | 15,6                | 13,2                | 6,93                  | 93,1                | 56,22           | 2,34          |
| Mars               | 10,25               | 18,9                | 14,57               | 7,48                  | 167,7               | 49,49           | 2,85          |
| Avril              | 10,9                | 29,9                | 20,4                | 7,90                  | 203                 | 43,43           | 3,08          |
| Mai                | 22                  | 28,7                | 25,38               | 4,14                  | 288,5               | 38,5            | 3,07          |
| Juin               | 20,3                | 39,3                | 29,8                | 1,84                  | 337,7               | 34,74           | 2,92          |
| Juillet            | 27,4                | 35,8                | 31,6                | 0,18                  | 361,5               | 31,90           | 2,45          |
| Août               | 30,8                | 34,7                | 32,75               | 1,71                  | 321,3               | 34,63           | 2,17          |
| Septembre          | 26,2                | 31,8                | 29                  | 5,94                  | 184,2               | 46,93           | 2,2           |
| Octobre            | 18,6                | 24,8                | 21,7                | 6,35                  | 144,8               | 52,72           | 1,69          |
| Novembre           | 12,4                | 25,1                | 18,75               | 7,86                  | 105,2               | 60,04           | 1,6           |
| Décembre           | 8,5                 | 14                  | 11,25               | 12,85                 | 87,3                | 66,81           | 1,56          |
| Moyenne            | 17,22               | 26,02               | 21,62               | 70,29*                | 2374,6*             | 48,36           | 2,31          |

\* Cumulé annuel



### I.3.1. Les précipitations

Les précipitations sont un facteur fondamental pour caractériser le climat d'une région. Les variations moyennes mensuelles interannuelles des précipitations d'une durée d'observation de 35 ans entre 1978-2013 sont de l'ordre de 70,29 mm, regroupées dans le tableau 1.

La pluviométrie maximale est de l'ordre de 12,83 mm enregistré pendant le mois de Janvier, et le minimum est de l'ordre de 0,18 mm enregistré pendant le mois de Juillet. (Figure 2)

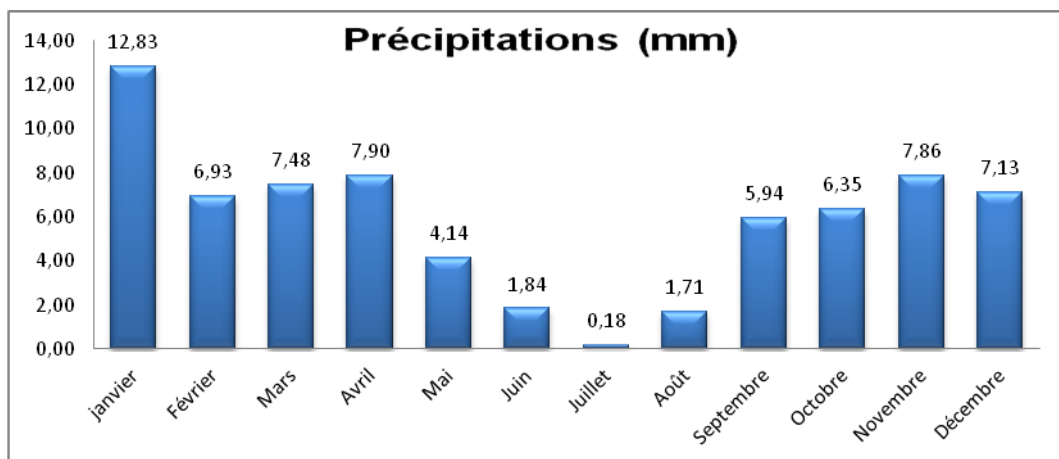


Figure N° I-02: Histogramme des précipitations moyenne mensuelle (1978-2013)

### I.3.2. La température

Les températures de la station de Guemar nous ont été fournées par l'ONM pour une période de 35 ans (1978-2013).

D'après le tableau 1, les données climatiques de la période 1978-2013, montre la variation moyenne mensuelle d'une période froide qui s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril avec un minimum durant le mois de Janvier (8,5°C), alors que la période chaude commence à partir du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre avec un maximum de température relevé pendant le mois de Juin (39,3°C). (Figure 3)

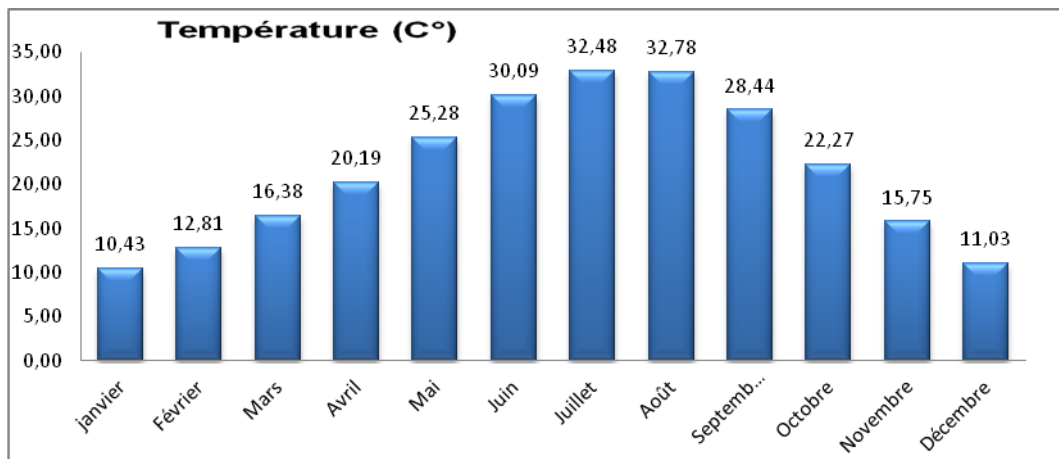
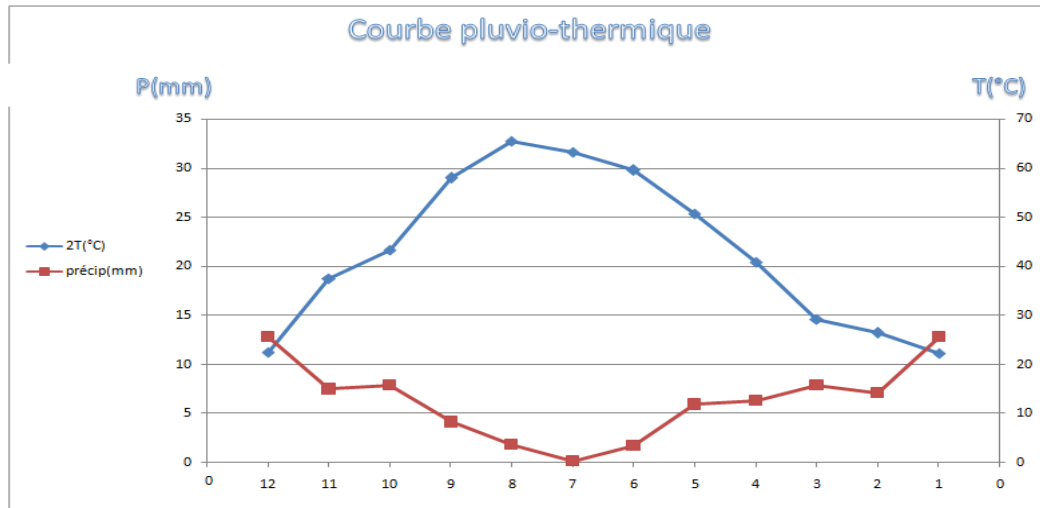


Figure N° I-03: : Histogramme des températures moyenne mensuelle (1978-2013)

**I.3.3. Diagramme pluvio-thermique** de Gausсен et Bagnouls: en se basant sur les données des précipitations et des températures mensuelles sur la même période d'observation, on peut établir la courbe pluviothermique dont le but est de déterminer la période sèche et celle humide. Un mois sec est celui où le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égale au double de la température moyenne (°C) du même mois

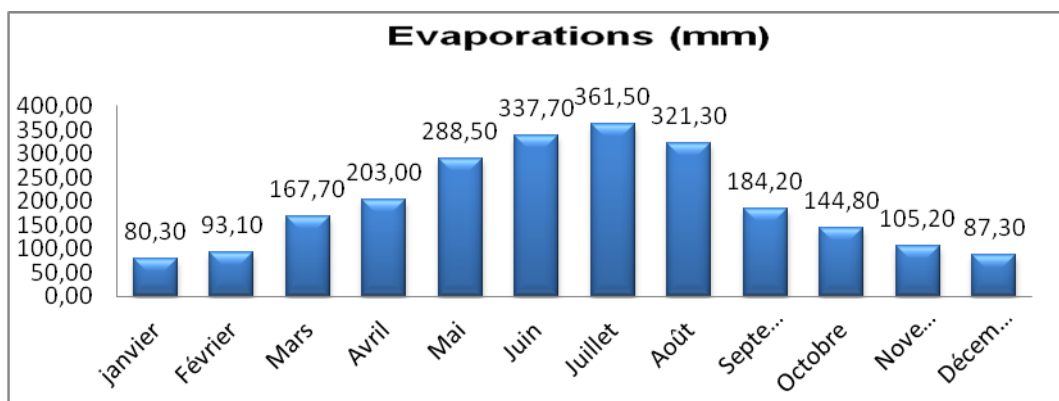


*Figure N° I-04: Courbe pluvio-thermique de région d'El-Oued (1978-2013)*

### I.3.4. L'Evaporation

Le terme d'évaporation désigne les pertes en eau des nappes d'eau libres sous forme de vapeur (lacs, retenues, mares); alors que l'évapotranspiration regroupe les pertes du sol : absorption de l'eau par le couvert végétal ou animal, et restitution à l'atmosphère par transpiration.

L'évapotranspiration est liée à un certain nombre de paramètres climatiques tels que température, vent, humidité, rayonnement etc. L'enregistrement de facteur d'évaporation au cours des dernières années, révèle des valeurs importantes entre 250 et 300 mm, peuvent être interprété sans une augmentation significative, la figure.05 représente les changements relatifs de la période (1978-2013).



*Figure N° I-05: Histogramme de l'évaporation moyenne mensuelle (1978-2013)*

### I.3.5. L'humidité

L'humidité est un état du climat qui représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère, elle a des effets sur les altérations chimiques telles que l'oxydation.

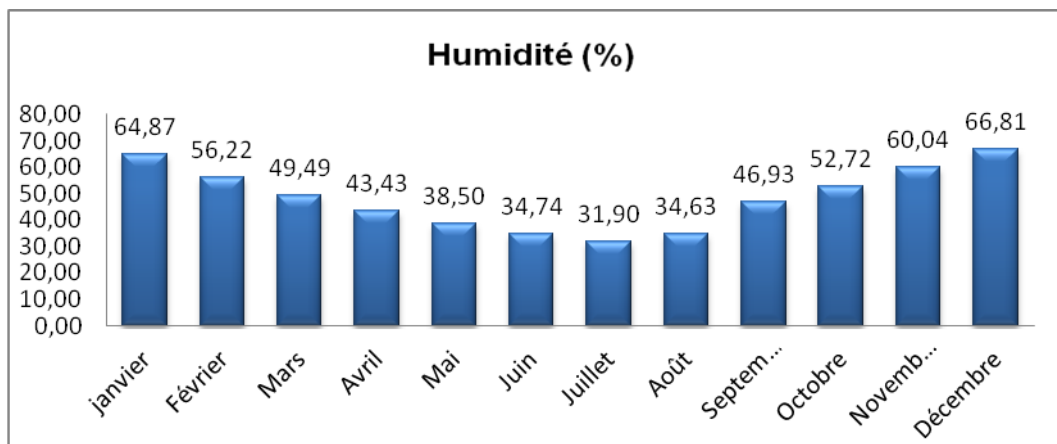


Figure N° I-06 : Histogramme des l'humidité relative moyenne mensuelle (1978-2013)

L'humidité moyenne de la région représentée dans le tableau 1, où on remarque un minimum enregistré pendant le mois de Juillet avec une valeur de 31,90% dans la saison d'été, et un maximum enregistré pendant le mois de Décembre avec une valeur de 66,81% dans la saison hivernal.

### I.3.6. Le vent

Le vent est un facteur important du climat, il influe sur la température, l'humidité et l'évaporation. La direction, la fréquence et la vitesse des vents sont variables au cours de l'année. En générale, la connaissance de la vitesse et de la direction des vents est primordiale pour une étude quelconque. Les vents sont fréquents dans la région, les plus violents se situent au printemps. La direction dominante est Nord-Est, à l'exception des mois d'hivers dont la direction est Sud Ouest.

Le sirocco (Chihili) présente le vent caractérisant la saison d'été souffle fréquemment dans la région, prenant un sens Sud-Nord et jeter des courants d'air chaud parfois avoisiner des vagues de sables. Il faut aussi parler des vents de sables qui ont leurs saisons de prédilection entre Février et Avril (durant le printemps), mais heureusement, les véritables tempêtes restent très rares.

La vitesse moyenne des vents enregistrée pour la période de (1978-2013) est reportée sur le tableau 1. On remarque qu'au printemps les vents sont les plus forts dominés par le vent d'Est communément appelé "El- Bahri". Ce dernier souffle principalement pendant la période qui s'étale d'Avril à Juillet. En été, il apporte de la fraîcheur, mais il est peu appréciée au printemps car il donne naissance au vent de sable.

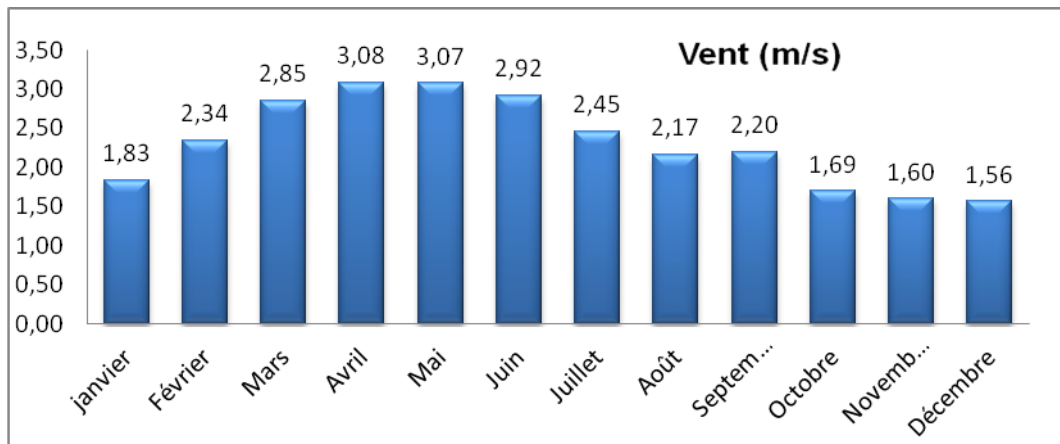


Figure N° I- 07: Histogramme des vitesses du vent moyenne mensuelle (1978-2013)

#### I.4. Etude Hydrogéologique

Du point de vue hydrogéologique, les trois systèmes aquifères de la région se présentent comme suit:

**a-** A la base, l'**aquifère du Continental Intercalaire (C.I)**, où les dépôts continentaux sablo-gréseux et sablo-argileux du Crétacé Inférieur constituent un système aquifère multicouche dont la profondeur atteint localement 2000 mètres. Dans la région du Souf, il est exploité par trois forages artésiens, (de profondeur 1850, 1819 et 2010 m) et un débit total moyen de 335 l/s (A.N.R.H, 2004).

**b- Le Complexe Terminal (C.T)**, occupant une position intermédiaire, couvre l'ensemble de la cuvette du Bas-Sahara. Dans la région du Souf les formations de ce complexe sont très hétérogènes, elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Mio-Pliocène, on y distingue trois corps aquifères principaux séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois corps sont représentés par les calcaires et les dolomies du Sénonien et de l'Eocène inférieur, par les sables, grès et graviers du Pontien, et par les Sables du Mio-Pliocène. La profondeur du Complexe Terminal est comprise entre 100 et 600 mètres.

Captive sur toute la région du Souf, ses zones d'alimentation se situent au Sud et au Sud-est sur tout le Grand Erg Oriental où la nappe devient moins profonde et libre (niveau statique: 30 à 40 m), elle est exploitée par 129 forages, dans toute la Wilaya dont 102 dans la zone d'étude d'après l'inventaire de forages et enquête sur les débits extrait de la Wilaya d'El oued. Certains d'entre eux présentent un léger artésianisme dans la partie Nord. (DHW El oued, 2005).

**A la surface**, les formations quaternaires contiennent la **nappe phréatique**, comprise dans des dépôts sableux fins de type éolien, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle est limitée par un substratum argileux imperméable.

Son épaisseur est d'environ 54 mètres du sud de la zone d'étude jusqu'à la région de Guemmar, puis diminue vers le nord pour atteindre une vingtaine de mètres au nord de la zone d'étude.

Sa surface piézométrique n'est pas régulière, elle présente des points hauts dans les zones d'alimentation représentées par les agglomérations et les plantations irriguées à partir des nappes profondes et des points bas dans les zones de prélèvement par évaporation des surfaces d'eau libre (Chott, ghouts inondés) et l'évapotranspiration de la végétation (cultures traditionnelles en ghouts, cultures irriguées par des puits traditionnels ou améliorés dans la nappe phréatique).

### **I.5. L'Hydrographie**

Tient compte des changements dans la perméabilité du sol et le degré d'évaporation sont parmi les facteurs menant à la circulation irrégulière de l'eau. Sur la surface de la terre où l'eau de pluie se fanent rapidement dans les aquifères ou les marais salants c'est ce qui explique la nécessité de creuser des puits pour l'eau potable.

### **I.6. La Morphologie**

Le territoire de la région se caractérise par une vallée plane et plate, de hauteur moyenne 100 m par rapport le niveau de la mer, à l'exception de certains plateaux de pierre de 80 m de hauteur au Sud-Ouest, tandis que le reste de la terre, c'est un sable et des dunes. Sable couvrira tout le territoire et les deux parties Est et Sud de la vallée Rigg est dans la grande course de l'Est Zone « Interspersed Ctoot » dans le Nord-Est de tendre vers la wilaya.

### **I.7. Relief**

Le relief est très accidenté et couvert de chaînes des dunes de sable surtout la partie Sud Ouest, atteignant 100 m d'hauteur, et reposant sur une formation Quaternaire de plusieurs dizaines de mètres de sable fin éolien, compact, homogène et uniforme avec l'existence d'un nombre important de cratères creusés par l'homme (Ghouts) et des acquîtes (vide entre les dunes : hounds).

Dans le sud du Souf, on rencontre des dunes immenses et bien différenciées, atteignant parfois 200 m de hauteur, on les appelle les l'Erg.

*Dunes**Ghout****Photos N° I-01 : Représentation des dunes et d'un Ghout***

La différence fondamentale à faire dans la topographie du Souf est celle qui existe entre l'erg et Sahn:

- L'erg est une région où le sable s'accumule en dunes, c'est la partie la plus importante, elle occupe 3/4 de la surface totale, est relativement épais, toujours de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres, les forages récents de puits ont montré une épaisseur un peu plus grande qu'on ne le pensait 70-80 m dans la partie Sud de Souf, 60 m au droit d'El' oued, il devient mince progressivement vers le Nord du Souf à 30 m, et n'est plus qu'une couverture au droit des sebkhas, il repose sur un substratum un plancher de terrains imperméables les argiles du pliocène qui constitue un vaste plan d'écoulement des eaux.
- Le Sahn est une région plate et déprimée parfois caillouteuse, formant les dépressions fermées entourées par les dunes, au fond desquelles quelques rares végétaux poussent sur une croûte gypseuse.

Le relief de la ville d'El oued est caractérisé par l'existence de trois principales formes :

- Une région sableuse : qui se présente sous un double aspect ; l'Erg et le Sahn.
- Une forme de plateaux rocheux : qui s'étend vers le Sud avec une alternance de dunes et de crêtes rocheuses.
- Une zone de dépression : caractérisée par la présence d'une multitude de chotts qui plongent vers l'Est.

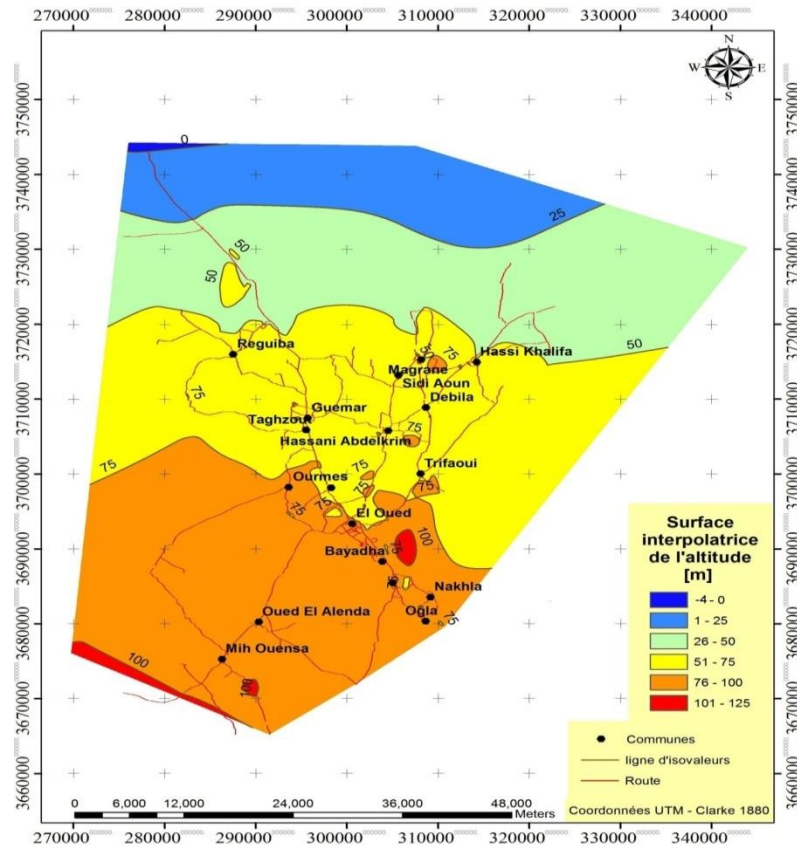


Figure N° I-08 : Carte de relief du Souf (SIG 2009)

## I.8. Géomorphologie de la région d'étude

Le sous-sol présente des contrastes frappants. C'est ainsi qu'au Sud, à 6 kilomètres d'El oued et jusqu'à El Oglia 24 Km plus loin, on remarque l'absence totale de " Tefza " (pierre à plâtre calcaire), tandis que sur un autre axe allant d'El oued à Ghamra (en passant par Tiksebt, Kouinine et Guemar) la " Tefza " y occupe tout le terrain.

Ainsi deux bandes de terrains sédimentaires, de formations différentes, renfermant des roches dissemblables dont dépend de la qualité de la nappe aquifère, prolongent de part et d'autre sur les principaux axes du Souf. Une coupe dans le sol, nous permet de distinguer :

### a- Tercha :

Formé de fins cristaux qui lui donnent un aspect de grès; se rencontre en plaques continues ou en bancs extrêmement durs, il est composé de cristaux en fer.

**b- Louss :**

louss est fait de cristaux de gypse en fer de lames imbriqués, il se rencontre sous forme de couches continues, très dures de réseaux mélangés au sable, de bancs isolés ou de colonnes qui semblent être constituées autour d'anciennes racines gypseuses.

**c- Salsala ou Smida :**

Se trouve en plaques continues ou en bancs extrêmement durs, il est composé de cristaux en fer comme le Louss, mais c'est plus fins et plus serrés.

**d- Tefza :**

C'est un grès blanc assez dur, et constitue de la pierre à chauffer qui donnera le plâtre.

(Tercha, Louss, Salsala, Smida et Tefza sont les appellations locales, utilisés pour les différentes couches géologiques).

**I.9. Etude géologique**

La région d'étude est située exactement dans la partie Nord-Est de la plate forme saharienne cette région a fait l'objet de plusieurs études géologiques.

Ces études montrent l'existence d'un seul type de terrain sédimentaire caractérisé par des formations détritiques particulièrement sableuses, elles apparaissent sous forme de dunes et anti-dunes.

La géologie est un moyen d'investigation très utile en hydrogéologie car elle permet la détermination des horizons susceptibles d'être aquifères. (Figure N° I-09).

Le sous-sol de la région étant sableux et assurant l'infiltration et la circulation souterraines des eaux, est essentiellement représenté par des formations sablo-gréseuses du continental intercalaire, et des accumulations sableuses Fulvio-lacustres de tertiaire continental.

Sur l'ensemble de la région d'El-oued, les formations Mio-pliocène sont recouvertes par une considérable épaisseur de dépôts quaternaires présentés sous forme de dunes donnant naissance à un immense erg qui lui-même fait partie de l'extension du grand erg oriental.



| Coupe de forage d'El-oued F1 |  | X=885.3<br>00<br>Y=314.0<br>00<br>Z=98 | Description géologique  | Etages                |
|------------------------------|--|--|---|-----------------------|
| 0                            |  |  |   |                       |
| 50                           |  |  | Alternance d'argile parfois sableuse et de sable hétérogène à intercalation de gypse  | Mio-pliocène          |
| 100                          |  |  |   |                       |
| 150                          |  |  |   |                       |
| 200                          |  |  |   |                       |
| 250                          |  |  |   |                       |
| 300                          |  | 300                                    | Alternance de calcaire fissuré et de calcaire massif  | Eocène                |
| 350                          |  |  |   |                       |
| 400                          |  |  |   |                       |
| 450                          |  |  |   |                       |
| 500                          |  |  |   |                       |
| 550                          |  |  | Alternance de marne gris- verdâtre et de calcaire gris, compact et dur ;<br>Alternance de dolomie beige compact d'hanydrite blanche et de calcaire argileux | Sénonien<br>Carbonaté |
| 600                          |  | 640                                    |   |                       |
| 650                          |  |  |   |                       |
| 700                          |  | 740                                    |   |                       |
| 750                          |  |  | Anhydrite blanche, massive dure avec passage de dolomie gris claire et intercalation de calcaire  | Sénonien<br>Lagunaire |
| 800                          |  | 840                                    |   |                       |
| 850                          |  |  |   |                       |
| 900                          |  |  |   |                       |
| 950                          |  |  |   |                       |
| 1000                         |  |  | Dolomie beige microcristalline compacte, dure, avec passage de calcaire peu dolomitique   | Turonien              |
| 1050                         |  | 1110                                   |   |                       |
| 1100                         |  | 1167                                   |   |                       |
| 1150                         |  | 1200                                   | Anhydrite massive et calcaire argileux à passages de marnes   | Cénomanién            |
| 1200                         |  | 1270                                   |   |                       |
| 1250                         |  |  | Anhydrite avec passage de calcaire, de dolomie et de marne  | Cénomanién            |
| 1300                         |  |  |   |                       |
| 1350                         |  |  | Anhydrite avec passage de calcaire, marne et dolomie avec intercalation d'argile  | Vraconien             |
| 1400                         |  | 1374                                   |   |                       |
| 1450                         |  |  | Calcaire gris clair argileux à passage de dolomie compact, parfois microcristalline   | Albien                |
| 1500                         |  | 1498                                   |   |                       |
| 1550                         |  |  | Marne grise à passage d'argile gris-vert, intercalation de silex, à faible passage de grés calcaire   | Aptien                |
| 1600                         |  | 1589                                   |   |                       |
| 1650                         |  | 1613                                   | Dolomie, calcaire, marne  | Barrémien             |
| 1700                         |  | 1720                                   |   |                       |
| 1750                         |  | 1770                                   | Argile brune rouge à intercalations de grés   |                       |
| 1800                         |  | 1800                                   |   |                       |
| 1850                         |  | 1850                                   |   |                       |
|                              |  |  | Grés, dolomie, calcaire et sable, intercalation de silex  |                       |

Figure N° I-09: Log de forage F1 à l'Albien (A.N.R.H 1993)

### I.10. L'eau en Sahara Souf

L'eau au Sahara est un facteur primordial de tout développement des activités humaines. Dans un environnement socio-économique en pleine mutation, caractérisé par des conditions climatiques particulièrement difficiles, plusieurs contraintes d'ordre hydrogéologique et pédologique sont apparues, pouvant créer des situations irréversibles avec des conséquences graves sur l'environnement.

En effet, l'irrigation au Sahara est mal conduite et a engendré de sérieux problèmes de mise en valeur, notamment par la création ou la remontée de nappes phréatiques gênantes pour les cultures (hydromorphie) et par l'accroissement de la salinité des sols et des eaux (halomorphie). Les problèmes liés à cette remontée des eaux dans certaines agglomérations (vallée d'oued Souf, la cuvette d'Ouargla etc.) Sont significatifs et illustrent parfaitement la mauvaise gestion de la ressource en eau souterraine au Sahara.

Cette mauvaise gestion le plus souvent conjuguée à une surexploitation des nappes a engendré dans certaines régions des problèmes socioéconomiques et environnementaux graves (ABH Sahara).



*Photos N° I-02 : Evolution de la disponibilité de l'eau en Sahara*

### I.11. L'agriculture d'El-oued

La Wilaya d'El oued dispose d'une superficie agricole totale égale à 1 591 869 hectares mais la superficie réellement exploitée est 62 720 hectares, la superficie irriguée est égale à 60 850 hectares. (Selon DSA : Direction de Service Agricole d'El-oued en 2016).

L'agriculture est la principale activité de la région pour l'homme du souf , comme culture dominante, la Pomme de terre, le tabac (Guémar), le Palmier dattier dans les Ghouts.

Les Ghouts Saharienne fonctionne comme un agro-système, reposant sur la trilogie eau/habitat/palmeraie; pour ne pouvant faire venir les eaux à eux, les soufis ont imagine d'aller à elle, d'excaver suffisamment le sable pour que l'épaisseur restante soit 2 m, il planter alors les palmiers dans le sol de façon à ce qu'ils aillent puiser l'eau par leurs propres racine, c'est le principe de la culture Bourg (en sec), on n'importe pas d'eau d'irrigation mais le palmiers va chercher lui-même ce dont il a besoin.

Les limites des Ghouts atteignent la frontière libyenne au Sud et voisinent avec les Monts des Nemamchas, suivant une ligne passant par Negrine, s'étire à l'Est à la frontière tunisienne et à l'Ouest par l'immense Oasis d'oued Righ.

Actuellement il existe près de 2 500 000 palmiers dattier dont 183 000 seulement sont productifs. La moyenne d'exportation est de 40 000 tonnes/an.

L'élevage est une autre activité qui se répartie comme suit :

Ovin : 635 000 têtes, Caprin : 542 000 têtes, Camelin : 42 000 têtes, Bovin : 22 300 têtes.

Cela permet d'avoir :

- Une production de viande rouge estimée à : 148 780 Quintaux /an;
- Une production de viande blanche estimée à : 38 815 Quintaux /an;
- Une production d'œufs estimée à : 10 650 000 Œufs/an;
- Une production laitière : 33 800 000 litres/an. (D.P.S.B; 2019 )

#### **I.11.1.L'irrigation**

L'irrigation n a pas pratique a la remontée de la nappes phréatiques mais c est l asence de reseaux d assinssement et drainage .

L'eau, dans certaines régions, est très abondante, mais son exploitation doit cependant obéir à des normes très strictes, afin de ne pas rompre l'écosystème fragile du Sahara. L'agriculture dans ces régions constitue l'activité principale; elle implique la valorisation des ressources hydriques par l'utilisation de systèmes et le mode d'irrigation le plus économiseurs de l'eau tel que le pivot et le système goutte à goutte. (DSA : Direction de Service Agricole d'El-oued en 2016).



*Photos N° I-03: irrigation par pivot.*

## **I.12. Etude Socio Economique**

Les manifestations de la vie quotidienne traduisent un système d'organisation qui tient compte des possibilités économiques, de la vocation agricole, commerciale et artisanale. Les principales activités, elle nous donne un aperçu général sur l'économie d'El-oued qui est :

**a- L'artisanat:** El oued à toujours était un centre artisanal, notamment pour les objets liés à l'ancienne technologie de l'agriculture .On note les activités artisanales, il s'agit des tailleurs, des tapissiers, des maçons, des cordonniers, des menuisiers, des bijoutiers, des forgerons.

**b- Le commerce:** La ville d'El-oued compte 7 000 artisans, et 27 994 commerçants dans l'ensemble de la wilaya d'El-oued. (D.P.S.B; 2019 ) Grâce à la position géographique entre les trois Etats (Algérie, Tunisie, Libye), El-Oued à acquis une position stratégique exceptionnelle, on peut dire que la ville d'El oued est un centre d'échange commercial, très actif, ainsi elle constitue le centre d'achat de toute la région d'El-oued, d' où l'importance de son marché.

Cette activité commerciale se traduit également par le grand axe commerçant qui, sur plus de 15km, s'allonge le long de la Route Nationale de Kouinine-Robbah où la densité commerciale y est forte au centre 15 à 20 établissements par 100 m pour décroître vers les extrémités 4 à 5.

**c- L'industrie:** Dans la foulée du commerce, un phénomène tout nouveau est apparu à El-oued, l'industrie, depuis la décennie 1980, de petites unités privées se sont installer. On note des activités industriels dans cinq branches essentiels: les parfumeries et cosmétique, l'agro-alimentaire, les plastique, les matériaux de construction, les boissons .Aujourd'hui plus de 1600 personnes travaillent dans l'industrie. Un bref inventaire des unités industrielles d'El-oued ci-joint :

- parfumerie et cosmétique 20 unités.
- transformation du plastique 15 unités.
- Fabrication carrelage 7 unités.
- transformation aluminium 6 unités.

- Insecticides et détergents 4 unités.
- Semoulerie, pâtes alimentaire 3 unités.
- unité déminéralisation eau 2 unités.
- unité de fabrication de peinture 1 unité.
- unité de fabrication des boissons 1 unité.

### **I.13.Conclusion**

La wilaya d'El-oued est située au Nord-Est de Sahara septentrional, elle occupe une superficie de 44586,80 km<sup>2</sup>, avec une population de 820 000 habitants. (D.P.S.B; 2019 )

Le relief d'El-oued est caractérisé par l'existence de trois principales formes une région sableuse, Une forme de plateau rocheux, et une zone de dépression.

La géologie d'El-oued est masquée par une épaisse couche de terrains quaternaires .Leur description a été effectuée grâce à l'interprétation des logs stratigraphiques des forages d'eau. D'après l'étude hydrogéologique nous constatons que la région d'oued est disposée d'une réserve hydrique très importante, présenté sous forme de nappes souterraines : la nappe du complexe terminal (C.T) et la nappe du Continentale intercalaire (C.I). Le climat de la région d'oued est connu par son aridité marquée notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations d'une part, et par les amplitudes thermiques et les températures trop élevées d'autre part. Cette aridité n'est pas seulement due à la rareté de la pluie, mais aussi à la forte évaporation qui constitue l'un des facteurs climatiques majeurs actuels qui règnent dans la région.

# ***CHAPITRE II***

## ***Qualité des eaux dans la région d'étude***

## II.1. Introduction

La qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation se pose avec acuité dans l'ensemble des régions sahariennes. Mais sa qualité physico-chimique (salinité) est le plus souvent médiocre. Cette salinité des eaux, dont une partie est d'origine géologique (primaire) s'accroît continuellement par une mauvaise gestion de la ressource en eau, notamment souterraine (Salinisation secondaire). Cette salinisation de la ressource en eau est aggravée dans certains cas par une pollution d'origine anthropique, le plus souvent domestique, qu'industrielle ou agricole, ce qui rend l'eau le plus souvent impropre à la consommation et dès fois même à l'irrigation.

En effet, la qualité des eaux destinées pour l'irrigation subit également une dégradation surtout par l'augmentation de la salinité, qui a une influence directe sur l'évolution des sols, le choix des aptitudes culturales et le rendement des cultures. (ABHS, 2011).

La qualité de l'eau fait référence aux caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. La qualité de l'eau se mesure en comparant les substances retrouvées dans l'eau à des standards et recommandations bien établis. Ces standards et recommandations ont été fixés dans le but de protéger les consommateurs.

Donc l'hydrochimie est la connaissance des caractéristiques physicochimiques du processus d'acquisition, de l'évolution ainsi que des lois qui régissent les échanges entre l'eau et le sol ou la relation entre Eau-Roche. L'étude hydro-chimique que nous proposons de faire a pour but de préciser la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable pour la ville d'El oued et l'appréciation de la potabilité de ces eaux.

A cet effet, nous disposons des résultats d'analyse chimique et bactériologique effectué sur les eaux de réseau d'AEP d'une part et d'autre part celle des eaux de la station en distribuer en vue de consommation publique, dans notre zone d'étude nous signalons que les dosages des éléments chimiques a été effectué respectivement au laboratoire de chimie de ADE d'El oued et le laboratoire de chimie de l'ANRH, qui sont porté sur les éléments majeur suivants :

- cation :  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$
- anions :  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$

## II.2. Définition de l'eau potable

L'eau potable est une eau qui peut être bue par l'homme sans danger pour sa santé, elle doit pour cela répondre a un certain nombre des normes fixées par L'OMS.L'eau potable ou l'eau destinée à la consommation humaine doit être fraîche (la température comprise entre 20<sup>0</sup>c et 25<sup>0</sup>c) limpide, incolore et de saveur agréable. Ainsi que ses propriétés physicochimiques, ses composés minéraux et organiques et sa qualité bactériologique ne peuvent nuire à la santé.



### II.3. Qualité de l'eau potable

#### II.3.1. Qu'est-ce que la qualité de l'eau souterraine et quels sont les paramètres qui recommande cette qualité?

La qualité de l'eau souterraine est l'appréciation des concentrations des différentes substances chimiques qui la composent, vis-à-vis de concentrations de référence. Cette évaluation se fait en fonction des usages de l'eau, et pour leur usage prépondérant vis-à-vis du respect de la santé humaine, ces eaux destinées à la consommation humaine sont rassemblées sous le vocable « alimentation en eau potable ». Les valeurs de concentrations de référence sont données par la **réglementation** ; Elles varient donc suivant l'utilisation faite de l'eau souterraine mais également suivant sa nature : on distingue la qualité de l'**eau brute** prise directement dans le milieu naturel de celle de l'**eau traitée** prélevée et stockée avant usage.

Par conséquent il n'y a pas une qualité de l'eau souterraine mais **DES qualités de l'eau souterraine**. Les éléments chimiques constitutifs de l'eau souterraine peuvent être des minéraux, des molécules organiques, naturelles, ou de synthèse issues de l'activité de l'Homme - pression anthropique. Les substances naturelles sont acquises par l'eau souterraine lors de son transport et de son stockage dans les roches qui constituent l'**aquifère**. Cet enrichissement chimique de l'eau dépend donc directement de la **géologie** d'un secteur géographique. On parle du **fond géochimique**.

Plusieurs paramètres commandent la qualité de l'eau et en trouvent :

#### II.3.2. Paramètres organoleptiques

Une eau destinée à la consommation humaine doit être limpide, fraîche, de saveur agréable et exempte de couleur et d'odeur.

##### II.3.2.1. La couleur

La couleur des eaux naturelles est généralement due à la présence en excès de certains minéraux (le fer par exemple) et également certaines matières organiques. Leur normalisation par traitement est indispensable pour rendre l'eau agréable à boire.

##### II.3.2.2. La saveur et l'odeur

Ce sont deux propriétés très subjectives. A nos jours, Il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Une saveur désagréable dans l'eau est généralement conférée par des excès de fer, de manganèse, de chlore actif, de phénol et chlorophénol. Elle se développe de façon importante avec l'augmentation de la température.



Un développement d'odeur dans l'eau de consommation est généralement due au plancton et aux algues mortes pour les eaux de surface et au sulfure d'hydrogène pour les eaux souterraines. En exploitation, en règle générale, l'apparition d'odeur et de goût sont le plus souvent des signes d'activité bactérienne donc, de pollution.

### II.3.3. Les paramètres microbiologiques

La qualité microbiologique ou bactériologique d'eau destinée à la consommation humaine est la qualité la plus important, c'est d'ailleurs la cause la plus fréquente de la non potabilité de l'eau. Les germes susceptibles d'être présents dans l'eau sont très nombreux et très variés: **bactéries, virus, parasites**, etc..... La présence de germes fécaux dans l'eau peut suspecter de germes pathogènes d'ou sont un certain risque pour la santé humaine.

Pour les eaux souterraines moins de souci pour ce paramètre.

### II.3.4. Les paramètres physicochimiques

#### II.3.4.1. Les paramètres physiques

##### ➤ La Température

Il est important de connaître la température de l'eau parce qu'elle joue un rôle dans la solubilité des sels, la mesure de la température s'effectue dans le terrain.

La température d'une eau potable devrait être inférieur en été et supérieur en hiver à la température de l'air, donc l'eau potable a une température de 10 à 20°C, voir même 25°C mais l'eau de boisson à une bonne fraîcheur sa température varie entre 9 et 12°C.

L'OMS ne recommande aucune valeur. Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Cependant, une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs. Par contre, une température inférieure à 10°C ralentit les réactions dans les différents traitements des eaux. (Rodier, 1984).

➤ **Conductivité Electriques (CE)** : la conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm<sup>2</sup>. La conductivité électrique d'eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ ), la norme admise par l'OMS et de 1500  $\mu\text{S} / \text{cm}$ .

➤ **pH**: le pH de l'eau traduit son acidité ou son alcalinité par sa concentration en anhydride carbonique lié à la minéralisation totale. C'est un facteur déterminant de l'agressivité de l'eau vis-à-vis de la canalisation et de l'action du chlore lors de la désinfection pour ces raisons, les normes préconisent un pH compris entre (6.5 – 9.22) suivant l'OMS.

- **L'Oxygène dissous:** l'oxygène est un élément instable dans l'eau. Sa teneur est fonction de la température et de la nature de l'eau et dépasse rarement les 10 mg/l. Les normes de l'OMS pour l'oxygène classe bonne comprise entre 5 à 7 mg/l.
- **La Turbidité:** la mesure de la turbidité d'une eau nous renseigne sur sa charge en M.E.S (matières en suspension) qui sont de l'argile, limon, graine silice, matière organique ..., etc.
- **Totale des solides dissous (TDS) :** la précipitation totale des solides dissous (TDS). Le chiffre TDS indique les milli grammes par litre des solides présents dans l'eau.
- **Salinité:** Teneur en sels dissous d'un soluté; généralement en désigne la proportion chlorure de sodium NaCl en solution dans les eaux.
- **Résidus sec:** la détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles dans l'eau. Il permet d'apprécier la minéralisation de l'eau.
- **Titre Alcalimétrique (TA):** permet de connaître la teneur hydroxyde ( $\text{OH}^-$ ), moitié de la teneur en carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  et un tiers environ des phosphates présentes.
- **Titre alcalimétrique complet TAC:** correspond à la teneur en  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  pour des pH inférieures à 8.3, la teneur en ions OH et  $\text{CO}_3^{2-}$  est négligeable (TA=0). Dans ce cas, la mesure du TAC correspond au dosage des bicarbonates seuls. les bicarbonates sont dosage par un acide fort en présence d'un indicateur coloré.
- **Dureté ou hydrotimétrie(TH):** La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout dû aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions fer, manganèse.

#### II.3.4.2. Les Paramètres chimiques

##### ➤ Potassium ( $\text{K}^+$ )

La teneur en potassium soit presque aussi important que celle du sodium, sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l. La concentration maximale admissible selon les normes l'OMS égale à 12 mg/l.

Le potassium à faibles doses ne présente pas de risque significatif. Mais il est à signaler que l'excès du potassium dans le corps humain provoque une hyperkaliémie. Ses symptômes sont principalement une défaillance du cœur et du système nerveux central qui finit par un arrêt cardiaque.

Le potassium joue un rôle dans l'osmolarité des cellules et dans la transmission de l'influx nerveux. Des concentrations sensiblement plus élevées que la norme peuvent être acceptées car cet élément sous contrôle de l'hémostase, même des variations importantes de la teneur de l'eau n'auraient que des effets négligeables sur la concentration de l'organisme et son excès est éliminé par transpiration, par les urines et par les selles. (Rodier, 1984).

➤ **Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ )**

Le calcium est un métal alcalino-terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeure de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfate, chlorure, etc.

Le calcium est composant essentiel pour les os du corps humain. Il aide aussi le fonctionnement des nerfs et des muscles, Le manque de calcium est l'un des principales causes de l'ostéoporose.

L'ostéoporose est une maladie dont les sujets ont des os extrêmement poreux, sont sujets à des facteurs qui guérissent lentement. Elle touche essentiellement les femmes après la ménopause et conduit souvent à une courbure de la colonne vertébrale et à un tassement des vertèbres de la colonne.

Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l de calcium, les eaux qui dépassent 200 mg de calcium présentent de nombreux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières (l'installation de chauffage). (Rodier, 1984).

➤ **Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ )**

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue 2.1% de l'écorce terrestre, son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle (réducteur chimique batteries sèches...) font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes.

Le magnésium est par ordre d'importance le deuxième cation contenu dans les cellules après le potassium, il joue le rôle de stabilisateur de la membrane cellulaire en protégeant la cellule contre une rétention de sodium.

Le magnésium est un élément indispensable pour la croissance ; il intervient comme élément plastique dans l'os et plus de 50% du magnésium de l'organisme appartient au squelette.

Il constitue un élément activateur pour les systèmes enzymatiques, (phosphatase, catalase) pour la synthèse des protéines et pour le métabolisme des lipides.

L'insuffisance magnésique entraîne des troubles neuromusculaires, l'intérêt du magnésium dans thérapeutique de la spasmodie est bien connu.

A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau, s'ils ne provoquent pas des phénomènes toxiques, les sels de magnésium et surtout les sulfates ont un effet laxatif à partir de 400 à 500 mg/l (taux de magnésium dans l'eau doit se faire en liaison avec les sulfates).

Elément essentiel de la nutrition chez l'homme et l'animale, la concentration maximale admissible est 100 mg/l. (Rodier, 1984).

#### ➤ **Chlorure (Cl<sup>-</sup>)**

Les teneurs en chlorure dans l'eau sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Une surcharge en chlorure dans l'eau peut être à l'origine d'une saveur désagréable, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium et considère comme un gros inconvénient.

Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé. Cependant, les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier les éléments en acier inoxydable pour lesquels le risque s'accroît à partir de 50 mg/l.

La norme d'OMS recommande que la teneur en chlorure (Cl<sup>-</sup>) des eaux ne dépasse pas 350 mg/l. (Rodier, 1984 et al ; Bouziani, 2000).

#### ➤ **Sodium (Na<sup>+</sup>)**

Le Sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région du globe à une autre. Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques. Il est nécessaire à l'homme pour maintenir l'équilibre hydrique de l'organisme. Le sodium est aussi nécessaire pour le fonctionnement des muscles et des nerfs. Mais trop de sodium peut augmenter le risque d'hypertension artérielle.

Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'a pas de valeur limite standard, cependant les eaux trop chargées en sodium devient saumâtre prennent un goût désagréables. (Rodier, 1984).

#### ➤ **Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est variables, leur présence résulte de légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfures dans les roches (pyrites), des matières organiques par l'origine animale.

La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation suivant ceux-ci, et selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfate dans l'eau peut entraîner des troubles gastro-intestinaux en particulier chez l'enfant. La propriété principale des sulfates sur la santé est une action laxative est plus importante en présence de magnésium et de sodium, utilisées d'ailleurs dans le thermalisme. Les concentrations maximales admissibles en sulfates sont de l'ordre de 400 mg/l selon la norme d'O.M.S ; (Rodier, 1984).

#### ➤ **Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacal, nitrite...etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

Toutes les eaux destinées à la consommation humaine devant avoir une teneur en nitrate sont voisines ou inférieure à 50 mg/l (selon les normes d'O.M.S).

Si l'existence des nitrates à des doses inférieures à la norme dans l'eau donne un saveur agréable en laissant une sensation de fraîcheur.

Par contre leur excès n'a pas d'effet toxique direct (sauf à doses très élevées) les faits qu'ils puissent donner naissance à des nitrites conduits à une toxicité indirecte provoquant chez nourrissons, une cyanose liée à la formation méthémoglobine.

Cette intoxication, provoquée par l'absorption de petites doses de nitrates, est en réalité due aux nitrites formés par la réduction des nitrates sous l'influence d'une action bactérienne, cette réduction ne se produit pas chez l'adulte car elle est contrôlée par l'acidité du suc gastrique, par contre dans l'estomac de nourrisson le liquide gastrique est insuffisamment acide, surtout chez les sujets diarrhéiques, permet la prolifération de bactéries réductrices de nitrates en nitrites (Rodier, 1984).

#### ➤ **Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles, les nitrites sont la forme intermédiaire entre l'azote ammoniacal et les nitrates car ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniacal, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante.

Il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates. Les valeurs limites recommandées pour les nitrites dans l'eau boisson, sont des doses inférieures à 1 mg/l pour la norme d'OMS.

Une eau renferme une quantité élevée des nitrites (supérieure à 1 mg/l) est considérée chimiquement impure. (Rodier, 1984).

➤ **Fluor ( $F^-$ )**

Le fluor élément le plus électronégatif et par suite oxydant le plus puissant à la chimie. On considère qu'une faible teneur en fluor dans l'eau (0.4 à 1 mg/l) est favorable à la formation de l'émail dentaire et protège les dents contre la carie, des doses supérieures à 1 mg/l risquent de faire apparaître des taches sur l'émail dentaire (fluorose) qui s'aggravent par des décalcifications et des chutes des dents. (Bouziani, 2000).

➤ **Hydrocarbures ( $CO_3^-$ )**

Les hydrocarbures sont des substances qui surnagent à la surface de l'eau sous forme d'un film superficiel, ils peuvent être également émulsionnés dans l'eau ou adhérer aux particules en suspension dans le cas de contamination de réservoir ou d'un circuit de distribution d'eau par les hydrocarbures, les modifications du goût et de l'odeur de l'eau peuvent persister longtemps, rendant cette eau inutilisables durant de longues périodes.

La concentration maximale admissible a été réduite à 1 mg/l. (Bouziani, 2000).

➤ **Fer ( $Fe^{++}$ )**

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et précipite par oxydation à l'air. Le Fer est un élément ne représente aucun inconvénient pour l'organisme humaine, il peut, cependant à certain concentration (excès), présenter des désagréments à la consommation (saveur) et au ménager (tache de rouille la ligne), les normes de l'OMS retiennent la valeur limite de 0.3 mg/l de fer dans l'eau. (Bouziani, 2000; Dentelle, 2001).

Les substances chimiques dites indésirables, Sont des substances dont la présence dans l'eau est tolérée, tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil. Plusieurs éléments sont indispensables à l'organisme humain à faible dose. (Bouziani, 2000).

#### **II.3.4.3. Les Eléments métalliques en trace (toxique dite aussi lourds)**

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse  $5g/cm^3$ . Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure.

La toxicité des métaux lourds n'est plus à démontrer. La toxicité du mercure est par exemple connue depuis l'Antiquité. La plupart du temps, les effets toxiques des métaux lourds concernent

le système nerveux, le sang ou la moelle osseuse. Ils sont généralement cancérigènes. Pour plus d'informations spécifiques sur chaque métal.

➤ **Le mercure (Hg)**

Elément chimique connu depuis l'Antiquité, extrêmement toxique sous forme de vapeur et sous forme de sels solubles dans l'eau. Le seul métal liquide à température ambiante, brillant, blanc argenté, légèrement volatile à température ambiante, s'altère lentement à l'air et élément de transition.

Le mercure est assez peu abondant dans le milieu naturel. En l'absence de pollution, sa teneur varie entre 0,01 et 0,0001 ppm dans les roches, l'air et l'eau. On le trouve en faibles quantités à l'état pur ou combiné avec l'argent ; On le rencontre le plus souvent sous forme de sulfure dans le CINABRE de formule (HgS) son principal minéral. De couleur rouge lumineux, ce minéral est assez rare et se présente habituellement sous forme de veines dans les roches sédimentaires, le cinabre cristallise dans le système hexagonal et son clivage prismatique est parfait. Sa dureté est de 2,5 et sa densité relative de 8,1. On trouve aussi le mercure dans des composés organiques, une partie du mercure dissout se dépose dans les sédiments, la norme de potabilité donnée par l'O.M.S égale à 0.001 mg/l.

➤ **Plomb(Pb)**

Il est rencontré en quantité très négligeable (non contaminées) ne dépasse pas quelques dizaines de microgramme par litre parce que le plomb est élément très toxique pour l'homme, est responsable du saturnisme et des altérations de la fertilité, les normes fixent sa CMA donnée par l'O.M.S et de 0.1 mg/l. (Dentelle, 2001).

➤ **Zinc (Zn<sup>++</sup>)**

Le Zinc est considéré comme un élément essentiel dans la nutrition humaine et animale mais la quantité ingérée par l'eau est négligeable, sa teneur dépasse rarement les 01mg/l, les normes fixent sa concentration maximale à 5mg/l, valeur au-delà de laquelle il confère à l'eau un désagréable goût. (Dentelle, 2001).

#### **II.3.4. Normes de potabilité**

Les normes sont des documents de références (établis par consensus entre divers partenaires), pour l'appréciation de la qualité de l'eau sur le plan de la sécurité sanitaire et le bien-être des populations. Elles doivent être reconnues par l'état et s'appuyer, pour leur mise en pratique, sur des textes des lois et des réglementations.

Le tableau N°II-02 ci-dessous présente quelques normes données par des différentes organisations tel que : **OA** (Organisation Algérienne), **OMS** (Organisation Mondiale de la Santé), **CEE** (Comité Européenne d'Eau) et **OF** (Organisation de France) sont groupés dans le tableau N°II-02.

Tableau N°II-02: Quelques normes des eaux potables

| PARAMETRES                              | UNITE | OA<br>mars 2012 | OMS<br>mises a jour<br>en 2006 | CEE<br>le 3 novembre<br>1998 | OF<br>en 2008 |
|---|-------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|
| pH                                      | -     | 6.5 – 8.5       | 6.5 – 9.22                     | 6.5 – 8.8                    | 7 – 8.5       |
| Conductivité                            | s/cmμ | 1000            | -                              | 1250                         | 2000          |
| Dureté TH                               | Mg/l  | 350             | 200                            | 100 – 350                    | -             |
| Calcium Ca <sup>+2</sup>                | "     | 200             | -                              | 100                          | -             |
| Magnésium Mg <sup>+2</sup>              | "     | 150             | -                              | 50                           | -             |
| Sodium Na <sup>+</sup>                  | "     | 200             | 20                             | 100                          | -             |
| Potassium K <sup>+</sup>                | "     | 20              | -                              | 12                           | -             |
| Aluminium Al <sup>+3</sup>              | "     | 0.2             | 0.2                            | 0.2                          | -             |
| Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>   | "     | 400             | 500                            | 250                          | 250           |
| Chlorures Cl <sup>-</sup>               | "     | 500             | 250                            | 200                          | 200           |
| Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | "     | 50              | 50                             | 50                           | 50            |
| Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>    | "     | 0.1             | 0.2                            | 0.1                          | -             |
| Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>   | "     | 0.5             | 0.2 – 0.3                      | 0.5                          | -             |
| Argent Ag <sup>+2</sup>                 | "     | -               | -                              | 0.01                         | -             |
| Baryum Br. <sup>+2</sup>                | "     | -               | -                              | 0.1                          | -             |
| Chrome Cr <sup>+2</sup>                 | "     | -               | 0.05                           | 0.05                         | -             |
| Cuivre Cu <sup>+2</sup>                 | "     | -               | 0.05                           | 0.05                         | 0.05          |
| Fluorure F <sup>-</sup>                 | "     | 1.5             | 1.5                            | 1.5                          | 1.5           |
| Fer Fe <sup>+2</sup>                    | "     | 0.3             | 0.1                            | 0.3                          | 0.1           |
| Mercure Hg <sup>+2</sup>                | "     | -               | 0.001                          | 0.001                        | 0.001         |
| Phosphate PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | "     | 0.5             | -                              | 2                            | 0.3           |
| Plomb Pb <sup>+2</sup>                  | "     | -               | 0.05                           | 0.005                        | 0.05          |
| Zinc Zn <sup>+2</sup>                   | "     | -               | 3                              | 2                            | -             |
| Manganèse Mn <sup>+2</sup>              | Mg/l  | -               | 0.05                           | 0.05                         | 0.05          |
| Cadmium Cd <sup>+2</sup>                | "     | -               | 0.003                          | 0.05                         | 0.005         |



### II.3.5. Qualité physicochimique des eaux distribuées a la ville d'El oued pour l'AEP :

Les eaux d'AEP de la ville d'El oued sont pilotée par l'ADE, nous allons évaluée la qualité de ses dernières selon les analyses faites en 2018 qui nous on était octroyée lors de notre visité au laboratoire de l'ADE.

#### II.3.5.1. Interprétations des résultats d'analyse chimique de l'an 2018 :

Tableau N°II-03 : Les analyses physicochimiques recueillies de l'ADE en 2018

| Date        | Code   | Lieu de                        | Paramètre physique |       |     |     |      |
|-------------|--------|--------------------------------|--------------------|-------|-----|-----|------|
| Prélèvement | échant | Prélèvement                    | PH                 | COND  | T°c | SAL | TDS  |
|             |        |                                |                    | Us/cm |     | %   | mg/l |
| 07/01/2018  | 1      | E-B Forage Chouhada Albien     | 7,32               | 2640  | 12  | 1,7 | 1689 |
| 07/01/2018  | 2      | E-B Forage 400 Logt            | 7,02               | 3390  | 22  | 2,1 | 2169 |
| 07/01/2018  | 3      | E-B Forage Sidi Messtour       | 7,25               | 3730  | 11  | 2,3 | 2387 |
| 07/01/2018  | 4      | E-B Forage Bouhmid 02          | 7,22               | 3920  | 12  | 2,5 | 2508 |
| 07/01/2018  | 5      | E-B Forage Bouhmid 01          | 7,23               | 3660  | 12  | 2,3 | 2342 |
| 17/01/2018  | 6      | E-B Forage Nadour              | 7,25               | 3810  | 12  | 2,4 | 2438 |
| 07/02/2018  | 7      | E-B Forage 19 mars             | 7,15               | 3560  | 20  | 2,4 | 2420 |
| 07/02/2018  | 8      | E-B Forage 19 mars Albien      | 7,02               | 2330  | 25  | 1,6 | 1580 |
| 07/02/2018  | 9      | E-B Forage Chott               | 7,64               | 3670  | 21  | 2,3 | 2348 |
| 21/02/2018  | 10     | E-B Forage Dati                | 7                  | 3800  | 22  | 2,4 | 2432 |
| 21/02/2018  | 11     | E-B Forage Nassim              | 7,26               | 3640  | 11  | 2,3 | 2329 |
| 21/02/2018  | 12     | E-B Forage Albien Rt touggourt | 7,1                | 2480  | 31  | 1,6 | 1587 |
| 21/02/2018  | 13     | E-B Forage universite          | 7,31               | 3570  | 26  | 2,3 | 2284 |
| 04/03/2018  | 14     | E-B Forage jardin              | 7,22               | 3510  | 26  | 2,3 | 2246 |
| 04/03/2018  | 15     | E-B Forage 08 Mai              | 7,3                | 3510  | 24  | 2,3 | 2246 |
| 04/03/2018  | 16     | E-B Forage Teksept             | 7,23               | 3710  | 25  | 2,4 | 2374 |

| Date        | Code   | Lieu de                    | Paramètre physico - chimiques |                  |                  |                              |      |                 |       |                   |      |                  |                  |
|-------------|--------|----------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------------------|------|-----------------|-------|-------------------|------|------------------|------------------|
| Prélèvement | échant | Prélèvement                | TH                            | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> | RS   | Cl <sup>-</sup> | Turb  | HCo <sup>-3</sup> | TAC  | No <sup>-3</sup> | No <sup>-2</sup> |
|             |        |                            | mg/l                          | mg/l             | mg/l             | mg/l                         | mg/l | mg/l            | NTU   | mg/l              | mg/l | mg/l             | mg/l             |
| 07/01/2018  | 1      | E-B Forage Chouhada Albien | 900                           | 184,386          | 106,942          | 0,188                        | 1960 | 350,984         | 1,54  | 179,3             | 147  | 1,732            | 0,017            |
| 07/01/2018  | 2      | E-B Forage 400 Logt        | 1120                          | 300,6            | 114,233          | 0                            | 3740 | 514,068         | 0,219 | 191,5             | 157  | 23,88            | 0,006            |
| 07/01/2018  | 3      | E-B Forage Sidi Messtour   | 1040                          | 220,44           | 119,094          | 0,026                        | 2680 | 393,528         | 0,166 | 183               | 150  | 13,29            | 0,024            |
| 07/01/2018  | 4      | E-B Forage Bouhmid 02      | 1090                          | 228,456          | 126,386          | 0,015                        | 3480 | 450,253         | 0,367 | 170,8             | 140  | 33,6             | 0,034            |
| 07/01/2018  | 5      | E-B Forage Bouhmid 01      | 1050                          | 228,456          | 116,664          | 0,019                        | 3260 | 421,89          | 0,315 | 189,1             | 155  | 20,24            | 0,017            |
| 17/01/2018  | 6      | E-B Forage Nadour          | 1220                          | 224,448          | 160,413          | 0,035                        | 3280 | 428,981         | 0,393 | 165,9             | 136  | 21,34            | 0,01             |
| 07/02/2018  | 7      | E-B Forage 19 mars         | 960                           | 240,48           | 87,498           | 0                            | 3900 | 528,249         | 0,386 | 191,5             | 157  | 46,06            | 0,018            |
| 07/02/2018  | 8      | E-B Forage 19mars Albien   | 1000                          | 232,464          | 102,081          | 0,149                        | 2580 | 350,98          | 11,1  | 203,7             | 167  | 1,556            | 0,019            |
| 07/02/2018  | 9      | E-B Forage Chott           | 1500                          | 272,544          | 199,301          | 0,002                        | 3020 | 599,155         | 0,47  | 151,3             | 124  | 35,97            | 0,021            |

|            |    |                                |      |         |         |       |      |         |       |       |     |       |       |
|------------|----|--------------------------------|------|---------|---------|-------|------|---------|-------|-------|-----|-------|-------|
| 21/02/2018 | 10 | E-B Forage Dati                | 1350 | 308,616 | 140,969 | 0     | 3880 | 705,514 | 0,592 | 180,6 | 148 | 26,53 | 0,024 |
| 21/02/2018 | 11 | E-B Forage Nassim              | 850  | 244,488 | 58,332  | 0,063 | 2080 | 414,8   | 0,239 | 156,2 | 128 | 26,72 | 0,025 |
| 21/02/2018 | 12 | E-B Forage Albien Rt touggourt | 980  | 220,44  | 104,511 | 0,213 | 1860 | 787,056 | 1,62  | 158,6 | 130 | 1,672 | 0     |
| 21/02/2018 | 13 | E-B Forage universite          | 1350 | 264,528 | 167,704 | 0     | 2820 | 744,513 | 0,505 | 167,1 | 137 | 26,82 | 0     |
| 04/03/2018 | 14 | E-B Forage jardin              | 1280 | 224,448 | 174,996 | 0     | 2920 | 857,962 | 0,17  | 144   | 118 | 10,68 | 0     |
| 04/03/2018 | 15 | E-B Forage 08 Mai              | 1290 | 316,632 | 121,525 | 0     | 2800 | 772,878 | 0,443 | 165,9 | 136 | 23,16 | 0     |
| 04/03/2018 | 16 | E-B Forage Teksept             | 1320 | 272,544 | 155,552 | 0     | 2760 | 943,049 | 0,168 | 156,2 | 128 | 23,97 | 0     |

Pour les 16 forages alimentant la ville d'El oued : Chouhada, Sidi Mestour; 400 Logt, Bouhmid 01, Bouhmid 02, Nadour, 19 Mars, 19 Mars Albien, Chott, Bena Dati , Nassim, Route touggourt, Universitaire universite Chott, jardin Chott, 08 Mai, Université , montre se qui suit:

- La température varie dans les vingtaines pour les eaux de Pontien est les soixantaines pour l'Albien a la sortie du forage.
- Le pH varie entre 7.00 à 7.64 c.à.d. il est dans les normes.
- La conductivité dépasse les normes, où elle atteint de 2330 à 3920  $\mu\text{s/cm}$  on notant que les normes exige 1250  $\mu\text{s/cm}$  comme limite de la CEE.
- La NTU, l'eau dans les deux nappes est peut turbide où il varie de 0,166 à 1,54, sachant que les normes peut allez jusqu'à 05NTU.
- La salinité varie entre 2.1 ‰ et 2.5 ‰ pour les forages de Pontien quant aux forages de l'albien elles sont de 1,6 ‰.
- Le résidu sec dépasse les normes dans tous les forages de 2169 à 2508 mg/l, a part dans les deux forages Chouhada Albien et 19 Mars Albien où il est de 1689 mg/l et 1580 mg/l.
- Le calcium dépasse d'un forage à un autre les normes de 228 à 290 mg/l.
- Le TH qui à pour norme 500 mg/l  $\text{CaCO}_3$  oscille de 850 à 1500 mg/l  $\text{CaCO}_3$  plus que 03 fois les normes environ.
- Le magnésium est dans les normes pour tous les forages, sauf en ce qui concerne les deux forages Chott et Nadour où il attient 199,301mg/l et 160,413 1mg/l.

Par contre du point de vue minéralogique nous avons une concentration très importante en sel et minéraux qui dépassent énormément les normes mondiales de la santé(OMS),parfois même 4 à5 fois les normes ce qui veut dire que ces eaux sont potable car toute concentration élevée dépassant les normes peut nuire a la santé humaine à cours ou à long terme et ne peut être utilisé que pour l'industrie, l'agriculture résistante à l'eaux agressive et les travaux ménagère et non pas à la consommation directe de l'être humain.

Donc nous devant chercher une eau respectant les normes mondiales de la santé pour assuré l'AEP de la ville d'El oued, d'où la question se pose : est-ce que l'eau de déminéralisation qu'assure les différentes stations de la ville est de bonne qualité physicochimique?

## II.6.Conclusion

- Les eaux souterraines sont contenues dans des aquifères de natures très variées, définies par la porosité et la structure du terrain. Ces paramètres déterminent le type de nappe et le mode de circulation de l'eau.
- La nature géologique du terrain a une influence déterminante sur la composition chimique de l'eau. A chaque instant s'établit un équilibre entre la composition du terrain et celle de l'eau.
- Suivant le terrain d'origine, les eaux souterraines peuvent contenir des éléments dépassant les normes de potabilité. Notamment dans notre cas le Fer, le Manganèse, chlorures, calcium, le Fluor... Toutes ces eaux présentant ces caractéristiques doivent être traitées avant distribution.
- Ce n'est pas parce qu'un élément chimique est d'origine naturelle qu'il ne sera pas nuisible pour l'homme ou pour les espèces vivantes des milieux superficiels en contact avec les eaux souterraines.
- Il faut chercher une eau respectant les normes universelles de la santé pour assuré l'alimentation en eau potable de la ville d'El oued.

# *CHAPITRE III*

*Les maladies à transmission  
hydrique dans la région d'étude*

### **III.1. Introduction**

Chaque année des milliers de personnes dans le monde perdent leur vie à cause des maladies liées à l'eau.

Selon le rapport de l'organisation mondiale de la santé pas moins de deux millions de morts et les enfants en constituent le grand nombre. L'Algérie traverse depuis quelques années une phase de transition épidémiologique marquée par la persistance des maladies transmissibles hydriques caractéristiques des pays en voie de développement et dues à la mauvaise qualité des eaux liée à la pollution anthropique ou naturelle. La situation épidémiologique de la fièvre typhoïde et la dysenterie s'est nettement améliorée au cours de ces dernières années, ainsi les taux d'incidence de l'hépatite virale «A» et les toxi-infections alimentaires sont stables et peu importantes depuis une décennie. La vigilance doit être maintenue d'autant plus que nous affrontons une menace de variabilité climatique sur la qualité des eaux.

### **III.2. La pollution de l'eau**

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé. La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré (Koller F, 2004).

### **III.3. Les différents types des pollutions de l'eau**

#### **III.3.1. Pollution physique**

Est celle qui résulte de l'entraînement en suspension d'éléments minéraux menus sable fin, argiles, lors de pluies violentes ou de crues abondantes et la température, le pH et la turbidité.

#### **III.3.2. Pollution physico-chimique**

Résulte des rejets de matière en suspension inertes ou fermentescibles, les rejets d'eau de réfrigération le plus souvent non souillés, mais chargé de calories, et les rejets pouvant entraîner une nuisance radio-actinique.

#### **III.3.3. Pollution microbiologique**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales.

Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Baumont et al 2004).

### **III.4. Différents origines de la pollution des eaux**

La pollution des eaux peut avoir de multiples origines, il y'a bien sur toutes les formes de pollutions consécutives aux activités humaines, qu'il s'agisse des pollutions agricoles, mais il existe aussi la pollution naturelle.

#### **III.4.1. Origine anthropiques**

##### **III.4.1.1. Origine domestique**

Les eaux des Oueds sont souvent utilisées par les habitants pour les différents ménagements domestiques. Ces eaux usées domestiques qui contiennent des graisses des savons et détergents, des matières en suspension et des matières dissoutes organiques ou minérales.

##### **III.4.1.2. L'origine agricole et industrielle**

Par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc.

##### **III.4.1.3. L'origine naturelle**

Implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

#### **III.4.2. Impact de la pollution des eaux**

##### **III.4.2.1. Impact de la pollution sur l'écosystème**

Ils dépendent du type de pollution, de l'agent polluant, des victimes et de leur état général (âge, sexe, état de santé) .On admet généralement que les impacts sont beaucoup plus graves en milieu côtier dit en pleine mer. Les écosystèmes peuvent être complètement déséquilibrés à la suite de la disparition des espèces sensibles et de la prolifération des espèces les plus résistantes.

##### **III.4.2.2. Impact de la pollution sur la santé**

L'impact de la pollution des eaux sur la santé est très important. L'eau polluée cause des maladies hydriques très graves tels que le choléra, la typhoïde, dysenterie, l'hépatite A. La pollution des eaux a un impact cumulatif toxique en agriculture. . Ils manifestent leur nocivité qu'après un temps assez long (Benzinia ,2003). L'eau potable peut transmettre des virus, bactéries, parasites et des contaminants chimiques, qui menacent la santé humaine par ingestion.

La présence dans l'eau de micro-organismes et substances nuisibles à la santé humaine est à la base de certaines maladies au sein des populations rurales. Ces maladies dues à la consommation de l'eau sont ainsi appelées maladies hydriques.

Les populations sont obligées de consommer et d'utiliser le peu d'eau dont elles disposent. Les enfants de moins de cinq ans en sont les principales victimes à cause des maladies diarrhéiques

telles que la dysenterie, la typhoïde et l'hépatite A (OMS. 2001). Mais les êtres humains ne sont pas les seuls à subir les conséquences, la faune et la flore en sont également victimes.

Les substances toxiques contenues dans l'eau polluée peuvent être stockées par les plantes cultivées dont la consommation ultérieure peut provoquer des maladies digestives, des atteintes au foie et aux reins. La pollution marine est à la source de la dégradation de la faune et la flore aquatiques. Les produits nocifs contenus dans les déchets qu'on déverse directement dans les mers sont plus ou moins absorbés par les organismes marins. De nombreuses espèces animales et végétales ont déjà disparu et beaucoup d'autres sont en voie de disparition.

En Algérie comme partout dans le monde, de nombreuses maladies microbiennes transmises par l'eau polluée peuvent exister. Ces maladies se transmettent de la même façon, par les aliments contaminés par les excréments des personnes qui hébergent ces microbes. Ce phénomène s'appelle la contamination fécale.

Les virus qui sont provoqués ces maladies hydriques peuvent survivre plusieurs mois dans les eaux usées, l'eau de robinet, le sol et les fruits de mer. De plus, Ils sont capables de résister aux méthodes classiques de traitement des eaux et épuration des eaux usées, y compris la chloration, et peuvent se rencontrer loin de la source de contamination.

### III.5. Les différents types de maladies hydriques

L'eau contaminée par des excréments humains ou animaux sont à l'origine des maladies dites du : Maladies péril fécal, qui sont provoqués par des virus (Les hépatites virales, Poliomyélite, ...etc.) et les maladies bactériennes, elles sont le plus souvent d'origine bactérienne (Le choléra, la fièvre typhoïde et les dysenteries) et les maladies parasitoses, elles sont provoqués par les parasite (La bilharziose, L'oxyurose....etc.).

#### III.5.1. Maladies d'origine bactérienne

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne. Parmi ces maladies on peut citer :

- **Le choléra** : est une maladie infectieuse épidémique produite par une bactérie vibron choléra, le vibron cholérique, caractérisée par des selles très fréquente, des vomissements, un amaigrissement rapide, un abattement profond avec abaissement de la température et pouvant se terminer par la mort.
- **Les fièvres typhoïdes, paratyphoïdes** : sont des infections causée par des bactéries qui sont transmises lors de l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminée par des selles, une eau propre est un bon assainissement permettent de prévenir la propagation de la typhoïde et de la paratyphoïde. l'eau contaminée est l'une des voies de transmission de la maladie.

➤ **Les gastro-entérites (salmonella typhi, salmonella paratyphi A et B et E. coli) :** est

Une infection inflammatoire du système digestif pouvant entraîner de la nausée, des vomissements, des crampes abdominales, des flatulences et de la diarrhée,

Ainsi que de la déshydratation, de la fièvre et des céphalées.

### III.5.2. Maladies d'origine virale

A côté des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. On peut citer :

- ✓ **La poliomyélite (poliovirus) :** c'est une maladie très contagieuse provoquée par un virus qui envahit le système nerveux et peut entraîner une paralysie totale en quelques heures. Le virus se propage d'une personne à une autre principalement par la voie fécale- orale ou moins fréquemment par le biais d'un véhicule commun (eau ou aliments contaminés).
- ✓ **Les hépatites A (virus de l'hépatite A) :** une maladie aiguë qui dure typiquement quelques semaines. elle guérit spontanément la plupart du temps, sans laisser de séquelles. Elle n'évolue jamais vers une forme chronique.
- ✓ **Les hépatites E (virus de l'hépatite E) :** se comporte comme le virus de l'hépatite A et peut provoquer le même type d'affection. L'évolution est une règle générale favorable, l'hépatite E peut rarement évoluer vers une forme chronique chez des patients immunos supprimés.

### III.5.3. Maladies d'origine parasitaire

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on a d'autres maladies d'origine Hydrique dues à des parasites comme :

- ✓ **L'Ankylostome duodénale (Ankylostomiase) :** sont des parasitoses intestinales provoquées par deux nématodes (petits vers rond très voisins), qui entraînent par leur présence dans le duodéno-jéjunum de mammifères une seule et même maladie.
- ✓ **Les Dracunculose médinoises (Dracunculose) :** est une maladie parasitaire causée par un nématode. Le vers parasite responsable de cette maladie est appelé médinoise. Le nom de dracunculose vient de latin « petit dragon ». ( LABBACI K ; Juin 2017 )

### III.6. Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie

De nos jours parmi les facteurs les plus importants des M. T. H on distingue surtout :

- Une insuffisance quantitative des ressources hydriques du pays.
- La vétusté des réseaux en milieu urbain qui provoque fréquemment des cross-connexions entre les réseaux d'AEP et l'assainissement.
- Absence d'entretien des ouvrages et des réseaux d'AEP.
- L'accroissement des besoins en eau qui est liée d'une part à une forte poussée démographique et d'autre part en développement économique et industriel.
- Les facteurs sociaux, comme l'exode rural massif des populations, la multiplication des



bidonvilles autour de grandes villes du pays, Alger, Annaba, Constantine, Oran ....

- Urbanisation anarchique.
- LA dégradation de l'environnement et les multiples « agression » du milieu rural.

### **III.7. Le programme national de lutte contre les M T H**

Plusieurs facteurs ont permis l'éclosion de nombreux foyers endémo-épidémiques des M T H et la multiplication de nombreux processus épidémiques de typhoïde et de choléra durant les saisons estivales. Devant cette grave situation épidémiologique, le gouvernement a mis en place en 1987 un programme national de lutte contre les maladies hydriques.

Ce programme qui a introduit pour la première fois la notion de la multisectorialité de la prise en charge des maladies hydriques est basé sur plusieurs actions relevant de secteurs différents.

Le programme de la lutte contre les M T H comprend : des actions relevant de secteur de l'hydraulique ( réseau de distribution et d'assainissement , épuration des eaux , ..... ) , des actions qui doivent être menées par les services de santé ( surveillance épidémiologique , contrôle systématiques des aliments et de l'eau de boisson ) et des actions qui sont prises en charge par les communes ( entretien et protection des ouvrages d'adduction d'eau , l'assainissement et la contrôle des puits ) .

Le programme de lutte contre les M T H est coordonné à plusieurs niveaux (Commune, Daïra, Wilaya et la ministère de la santé). il a été accompagné sur le plan institutionnel de plusieurs textes législatifs et réglementaires, en particulier :

Le décret portant création de bureaux d'hygiène communale (Janvier 1987) et son arrêté d'application du 30 avril 1990. Les textes réglementaires sur le fonctionnement des comités locaux de lutte contre les maladies hydriques.

La loi portant règles générales de protection du consommateur (loi N° 89 1989).

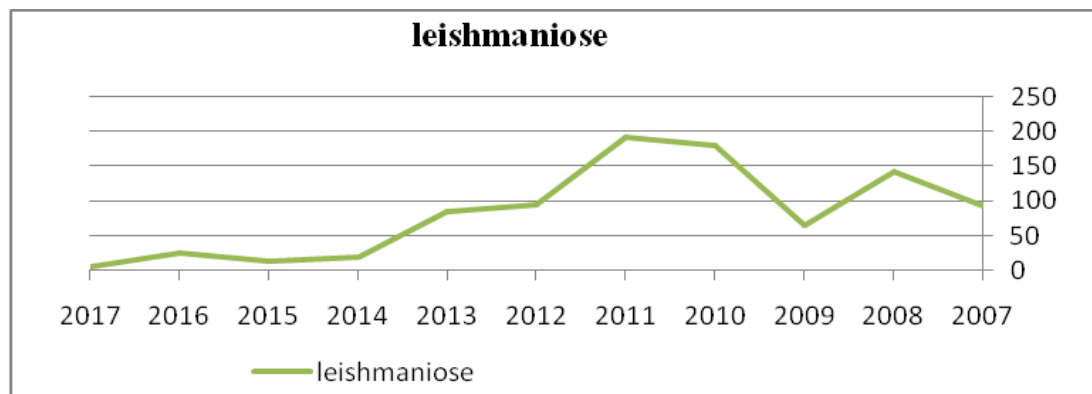
La loi portant code des eaux (complétée en 1996).

### III.8 Repartitions des maladies à transmission hydrique dans la commune d'El-Oued

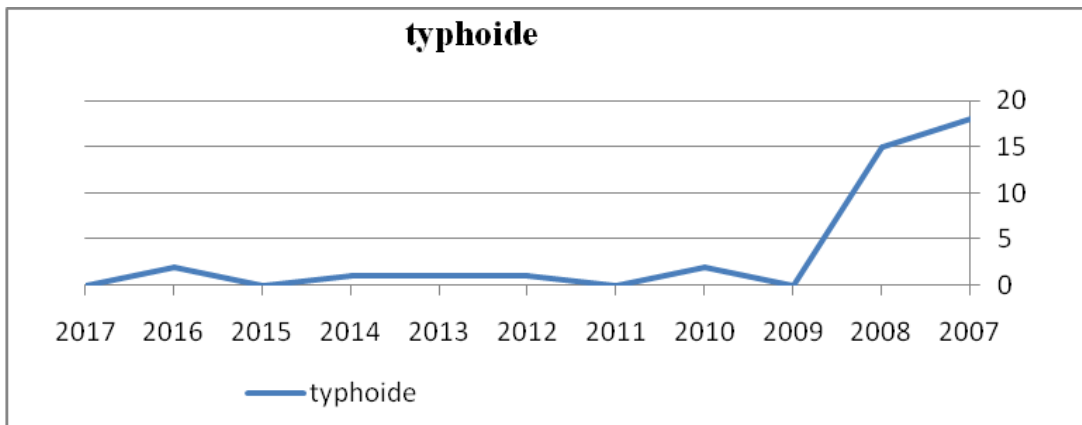
Nous avons recueilli des statistiques sur les maladies d'origine hydrique transmises par l'eau pendant 10 ans entre 2007 et 2017 auprès de la Direction de la santé. (DSP, 2019).

**Tableau N°III-04:** nombre d' MTH dans la commune d'El-Oued

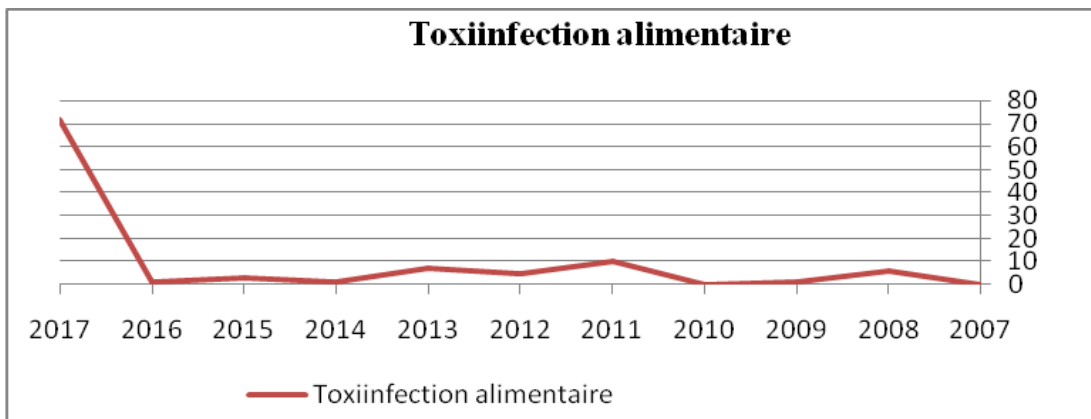
| Année | leishmaniose | typhoïde | Dysenterie<br>amibienne | Toxiinfection<br>alimentaire |
|-------|--------------|----------|-------------------------|------------------------------|
| 2007  | 93           | 18       | 0                       | 0                            |
| 2008  | 142          | 15       | 0                       | 6                            |
| 2009  | 64           | 0        | 0                       | 1                            |
| 2010  | 179          | 2        | 0                       | 0                            |
| 2011  | 191          | 0        | 0                       | 10                           |
| 2012  | 95           | 1        | 0                       | 5                            |
| 2013  | 84           | 1        | 0                       | 7                            |
| 2014  | 18           | 1        | 0                       | 1                            |
| 2015  | 14           | 0        | 0                       | 3                            |
| 2016  | 25           | 2        | 0                       | 1                            |
| 2017  | 5            | 0        | 0                       | 72                           |
| total | 910          | 40       | 0                       | 106                          |



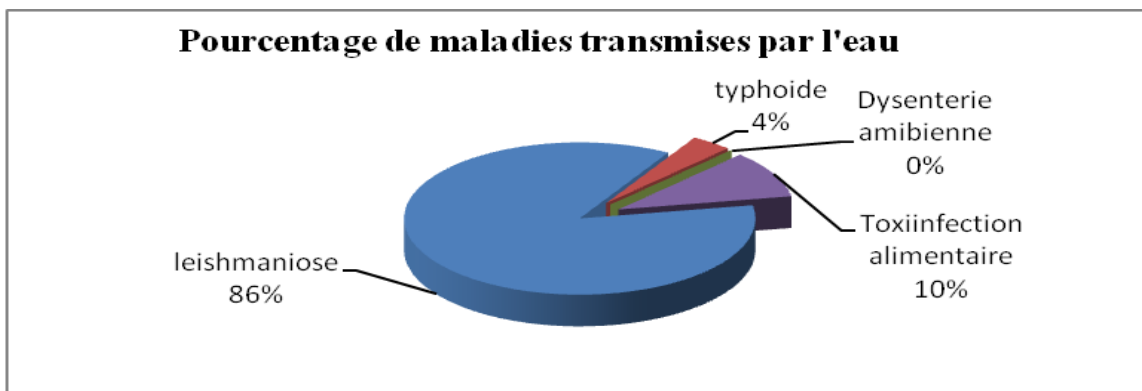
**Graph N°III-1 :** Courbe les maladies de la leishmaniose dans période 10 an



**Graphe N°III-2:** Courbe les maladies de la typhoïde dans période 10 an



**Graphe N°III-3:** Courbe les maladies de la Toxiinfection alimentaire dans période 10 an



**Graphe N°III-4:** Présentation des pourcentages(%) des variables maladies (leishmaniose, typhoïde, Dysenterie amibienne, Toxiinfection alimentaire) transmises par l'eau.

Nous notons qu'après l'achèvement du projet d'assainissement dans l'état que les maladies de la mobilité par l'eau dans le déclin et en particulier typhoïde et leishmaniose

### **III.6. Conclusion**

#### Surexploitation des eaux souterraines

Et a expliqué le phénomène de spécialistes à l'utilisation de la population de l'aval de la méthode traditionnelle, ce qui a entraîné l'exploitation excessive de l'eau des couches moyennes et profondes, et toute cette eau se déverse dans la couche superficielle, appelée couche "Frith", en raison de l'absence de réseau d'égouts et de la pure nature sablonneuse Il n'existe pas d'estuaires naturels tels que les vallées et les dunes, ce qui a provoqué un processus de saturation et d'explosion, en particulier dans les dépressions (telles que les guitans), qui se sont transformés en bassins d'eau, car un environnement facilite la croissance et la propagation des insectes, la propagation des odeurs désagréables, la pollution de la couche de surface ainsi que les risques pour la santé. Leur réflexion sur la santé des enfants s'est transformée en un réel danger après de nombreuses vies, Cela se traduit également par la propagation de maladies d'origine hydrique, notamment la fièvre typhoïde, qui sévit depuis quelques années dans de nombreuses régions de l'État.

# *CHAPITRE IV*

## *Prélèvement des échantillons et méthodologies*

### IV.1. Introduction

Au cours de ce travail, nous avons procédé à la mesure des principaux paramètres physico-chimiques des eaux à savoir : la température, le pH, la conductivité, la turbidité, la dureté totale, le calcium, le magnésium, l'alcalinité (totale et taux en bicarbonates), les sulfates, les chlorures et les nitrites.

### IV.2. Choix des stations d'étude

Les choix des localités obéissent aux critères suivants :

- ❖ À la source hydraulique : tous les échantillons qui ont subi l'analyse proviennent des 02 nappes aquifères respectives : pontienne et albiennne.
- ❖ À la distance : toutes les localités choisies sont à une distance de 1 à 3 km du chef de lieu et en plus munies de routes facilitant le travail.
- ❖ À la direction de la prise d'échantillon s'est effectué dans toutes les directions Nord, Sud, Est – Ouest afin de voir s'il y a une influence de la situation géographique.

### IV.3. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement d'eau est manuel, l'échantillon est prélevé dans un flacon en le polyéthyle . Avant son remplissage, le flacon est rincé plusieurs fois avec de l'eau de forage.

Les paramètres physico-chimiques de l'eau, ont été déterminés au niveau du Laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E) de la Wilaya d'El Oued.

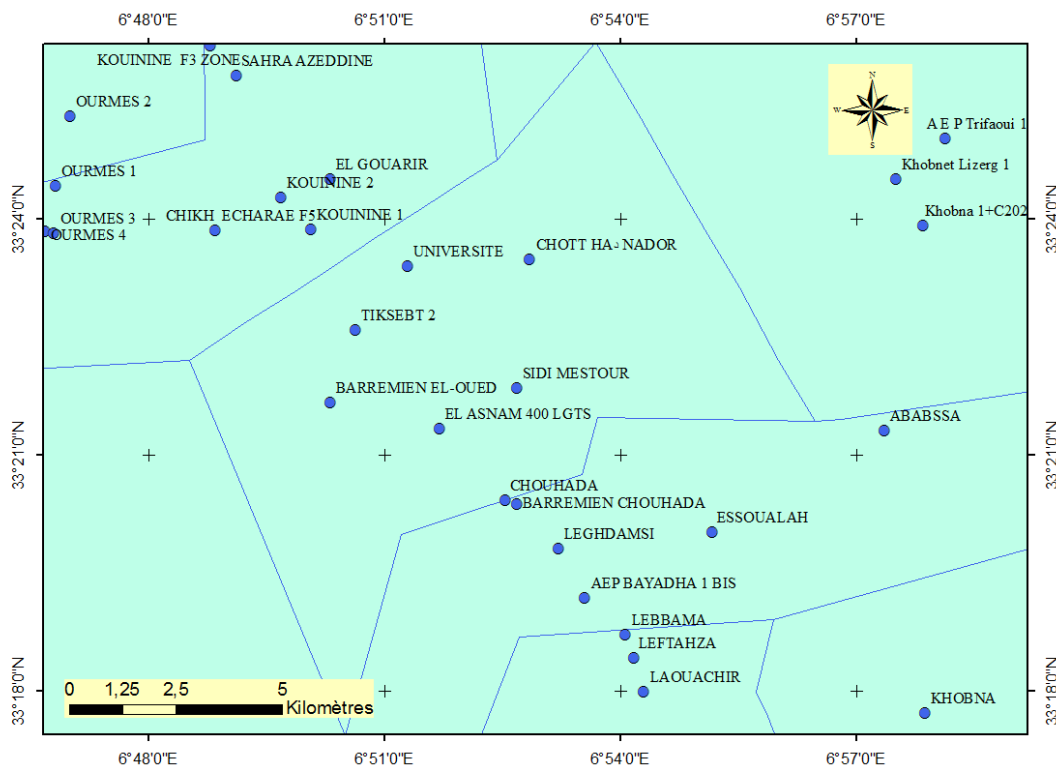


Figure IV.10: Carte de localisation des différents points étudiés.

## IV.4. Appareillages d'analyse

### IV.4.1. Mesure de la Température

La mesure de la température doit être faite in situ, soit en utilisant un appareil électrométrique, soit un thermomètre. La lecture doit s'effectuer après 10 minutes de l'immersion de l'électrode.

La température est d'une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux. Une eau de boisson est de bonne fraîcheur à la consommation lorsque sa température varie de 9°C et 12 °C.

### IV.4.2. Mesure du pH

Parmi les paramètres les plus importants dans la qualité de l'eau c'est le pH qui est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. La mesure du pH a été effectuée par la méthode électrochimique en utilisant une électrode en verre. L'appareil (pH-mètre) permet de mesurer le pH de l'eau (Photo IV. 4).

#### ➤ Mode Opérateur

- ✓ Rincer l'électrode avec l'eau distillée, puis une à 2 fois par l'échantillon à analyser.
- ✓ Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- ✓ La lecture après stabilisation du pH à une température donnée.



Photo IV.4: PH-mètre.

### IV.4.3. Mesure de la Conductivité

La conductivité d'eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes en platine de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparé l'une de l'autre de 1cm.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation de l'eau dont par exemple une eau déminéralisée sa conductivité est de l'ordre de 0,042  $\mu$ S/m. La mesure doit s'effectuer le plutôt possible.

➤ **Principe**

Le conductimètre possède une cellule désigné pour donner une lecture précise de la conductivité en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  directement sur le cadran digital (Photo IV. 5).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Régler l'appareille.
- ✓ On rince la cellule du conductimètre avec l'eau distillée puis avec l'échantillon.
- ✓ Immerger dans l'eau à analyser. Lire l'affichage de la conductivité et la température de l'échantillon.



Photo IV.5 : Conductimètre.

#### IV.4.4. Mesure de la Turbidité

L'eau peut contenir des substances qui peuvent perturber la couleur transparente de l'eau, pour confirmer cette transparence de l'eau potable on doit mesurer la turbidité de cette eau.

- Si la turbidité  $\leq 5$  NTU, l'eau est claire.
- Si la turbidité est comprise entre 5 et 30 NTU, l'eau est légèrement trouble,
- Si la turbidité est supérieure à 50 NTU, l'eau est trouble



La turbidité se mesure à l'aide d'un appareil appelé turbidimètre (Photo IV. 6).



Photo IV. 6: Turbidimètre Hatch utilisé.

#### IV.4.5. Dosage de la dureté totale

##### ➤ Principe

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel di sodique de l'acide éthylène. La disparition des dernières traces d'éléments à doser est décelée par le virage d'indicateur spécifique en milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation de Mg, cette méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

##### ➤ Réactifs utilisés

- Solution d'EDTA 0.02 N
- ✓ Solution étalon de calcium à 0,4 g /l
- ✓ Solution tampon.

##### ➤ Mode opératoire

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau, on chauffe avec un bain Marie à une température d'environ 60°C puis on ajoute 1 ml de la solution tampon (pH =9,5 – 10) et (3) gouttes d'indicateur coloré N.E.T. Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu vert.

##### ➤ Expression des résultats

$$T.H = (N_{EDTA} \times V_{EDTA}) \times 1000 / V_0$$

T.H : C'est le titre hydrométrique en méq.g

$$T.H = (N_{EDTA} \times V_{EDTA}) \times 1000 / V_0 \times 5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

#### IV.4.6. Dosage de calcium

##### ➤ Principe

Pour déterminer la dureté calcique, on utilise l'EDTA comme complexant. Auparavant on précipite le magnésium sous forme de  $Mg(OH)_2$  vers  $pH = 12$ , par addition de la Muréxide qui répond à cette condition. Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile par différence de calculer la dureté magnésienne qui pour la plupart des eaux naturelles inférieure à la dureté calcique.

##### ➤ Réactifs utilisés

- ✓ Solution d'EDTA 0.02 N
- ✓ Solution NaOH
- ✓ Muréxide

##### ➤ Mode opératoire

- ✓ Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser. On ajoute 0,4 ml de la solution NaOH une pincée de muréxide puis verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au pourpre.
- ✓ Expression des résultats  $Ca^{2+} = (N_{EDTA} \times V_{EDTA}) \times 1000 / V_0 \times 20 \text{ mg/l}$

#### IV.4.7. Calcul du magnésium

Pour calculer la concentration de magnésium, on a utilisé la relation suivante :

$$[Mg^{+2}] = (TH - [Ca^{2+}]) / 20$$

Avec :

TH : La dureté totale en (°F)

$[Ca^{2+}]$  : Concentration du calcium (mg/l)

#### IV.4.8. Dosage de l'alcalinité

##### a) Détermination du titre alcalimétrique

##### ➤ Principe

Cette détermination est basée sur neutralisation d'un certain volume d'eau. Un acide minéral dilué en présence de la phénophtaléine (p.p).

##### ➤ Réactifs utilisés

- ✓ Acide chlorhydrique HCl 0.1N ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- ✓ Solution Phénophtaléine

##### ➤ Mode opératoire

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on ajoute 3 gouttes de la solution P.P une couleur rose doit se développer dans le cas contraire le TA est nul.

##### b) Détermination du titre alcalimétrique complète :

But : Le TAC mesure la teneur en hydrogénocarbonate dans l'eau.

➤ **Principe :**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par acide minéral dilué en présence du méthyle orange.

➤ **Réactifs utilisés**

- ✓ Acide chlorhydrique HCl 0.1N.
- ✓ Solution de méthylorange.

➤ **Mode opératoire**

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser on ajoute (02) goutte de la solution méthylorange ; on titre ensuite avec l'acide HCl 0.1 N jusqu'au virage du jaune au jaune orange.

➤ **Expression des résultats**

- TA= 00

$$TAC = (NHCl \times VHCl) \times 1000 / V0$$

Avec : V0 : Volume de la prise d'essai (ml), TAC : Titre alcalimétrique complet en méq.g.

#### IV.4.9. Calcul des bicarbonates

Pour calculer la concentration des bicarbonates, nous avons utilisé la relation suivante :

$$[HCO_3^-] = (TAC \times M) / 5$$

Avec :

TAC : titre alcalimétrique complet.

M : masse molaire  $HCO_3^-$ .

#### IV.4.10. Dosage des sulfates

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles très variable, dans les terrains ne contenant pas une proportion importante des sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/l). Dans les zones contenant du gypse ou lors que le temps de contacts est élevé.

➤ **Mode opératoire**

- 1) Appuyer sur Programmes HACH sélectionner le programme 680 Sulfate appuyer sur démarrer.
- 2) Transférer 10 ml de l'échantillon dans une cuve ronde et propre
- 3) Transférer le contenu d'une pochette de réactif sulfate dans la cuve.
- 4) Appuyer sur l'icône représentant la minuterie ; appuyer sur OK.
- 5) Une période de réaction de 5 min va commencer ; ne pas remuer la cuve durant cette période.
- 6) Transférer 10 ml de l'échantillon (le blanc) dans une deuxième cuve ronde.
- 7) Lorsque la minuterie retentit ; essuyer l'extérieure du blanc (cuve) et l'introduire dans le compartiment de cuve.

8) Appuyer sur Zéro ; l'indication suivante apparaît à l'écran : 0 mg/l  $\text{SO}_4^{2-}$

Dans les 5 min après le retentissement de la minuterie :

- ✓ Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve.
- ✓ Lire les résultats.

#### IV.4.11. Dosage des chlorures

##### ➤ Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

##### ➤ Réactifs utilisés

- ✓ Solution de chromate de potassium.
- ✓ Solution de nitrate d'argent à 0,1N.

##### ➤ Mode opératoire

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser on ajoute (03) goutte de chromate de potassium à 10% puis on titre ensuite avec le nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$  0.1 N) jusqu'au virage rouge brique.

##### ➤ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 10 ml

$$\text{Cl}^- = (\text{N}_{\text{AgNO}_3} \times V_{\text{AgNO}_3}) \times 1000 / V_0 \times 35,45$$

#### IV.4.12. Dosage des nitrites

Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide instable de formule  $\text{HNO}_2$ . La formule de l'ion nitrite est  $\text{NO}_2^-$ .

##### ➤ Mode opératoire

Prélever V ml de la prise d'essai ; ajuster à 40 ml d'eau distillée; ajouter 1ml du réactif coloré ; compléter d'eau distillée. Lire l'absorbance après 20 min. Le blanc étant composé d'eau distillée ; traité de la même manière que les échantillons.

##### ➤ Expression des résultats

Une coloration rose se développera en présence de nitrite.

#### IV.5. Conclusion

Afin de concrétiser une étude se rapportant à l'hydrogéochimie des aquifères du C.T et C.I de la région d'El Oued, nous avons repéré dans la mesure du possible le maximum des forages d'eau ayant une bonne répartition significative dans toute la région d'étude.

Des mesures in situ et des analyses au laboratoire ont été effectuées et ont porté sur un certain nombre de paramètres physicochimiques.

# ***CHAPITRE V***

## *Caractérisation de la qualité*

## V.1. Introduction

L'eau que nous buvons dans notre quotidien nous amène à ingérer malgré nous de nombreuses substances dissoutes dans celle-ci. L'excès de ces éléments au-delà des normes représente un véritable poison pour notre long terme. En ce qui concerne les minéraux, au moins 25 sont importants pour la santé, dangereux à forte dose et indispensables à faible dose. [Hayter, 1980] La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des eaux constitue un moyen d'investigation parmi d'autres pour l'évaluation de la qualité et les risques de contamination ainsi que la pollution de ces eaux.

## V.2. Méthodes et stratégie de travail

### V.2.1. Identification des points d'échantillonnages

Le choix du lieu de prélèvement a été fixé sur la base de la répartition spatiale de différentes sources qui alimente la ville d'El Oued. Les prélèvements et les analyses sont effectués par l'Algérienne des eaux "ADE". Les résultats de ces analyses nous ont servi pour notre enquête sur la caractérisation de la qualité de ces eaux souterraines.

### V.2.2. Méthodes et matériels

Il est important de connaître certains paramètres physico-chimiques, qui pourraient être la cause de nombreux problèmes. Les échantillons sont prélevés et analysés afin de comprendre l'origine et l'évolution de la qualité d'eau. Les analyses sont portées essentiellement sur les paramètres physico-chimiques suivants:

- ✓ la température (T), le pH, la conductivité électrique (CE), turbidité NTU, résidu sec, salinité, TH.
- ✓ éléments majeurs : Les cations : ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ), Les anions : ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{--}$ ).
- ✓ Éléments Indésirables : Fer total,  $\text{Co}_2$ .
- ✓ Éléments indicateur de pollution urbaine :  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ .
- ✓ Les éléments traces ont été épargnés de cette campagne, Les analyses ont été effectuées au laboratoire d'ADE d'El Oued.

### V.2.3. Prélèvement

#### V.2.3.1. Fiche de prélèvement

document renseigné par le préleveur pour assurer la traçabilité complète des conditions de prélèvement

## V.2.4. Echantillonnages

### V.2.4.1. Conservation des échantillons

Les données collectées sont des caractéristiques physicochimiques mesurées dans chaque échantillon d'eau prélevée au niveau de chaque point de prélèvements. Ces caractéristiques ou variables se divisent en deux groupes : celles mesurées sur le site et celles mesurées au laboratoire. Afin d'assurer une conservation satisfaisante les échantillons de l'eau ont été mis à l'obscurité dans une glacière, conservée à une température de 4°C [Rodier, 1996]. Ensuite ont été transportés au laboratoire dans moins de 4 heures. Dans le cas où l'analyse ne peut être réalisée dans un délai de 24 heures, les échantillons d'eau sont stabilisés dans certains cas à l'aide d'agents de conservation chimiques. [Hébert et Légaré, 2000].

### V.2.4.2. Mesure in situ

Le premier groupe est constitué des variables physico-chimiques mesurées in situ à l'aide d'un multimètre de terrains WTW type 197-S [AFNOR, 1979]. Il s'agit de : - La température en degrés Celsius ( $T$  °C), - Le potentiel hydrogène (pH), - La conductivité en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (CE), - L'oxygène dissous en mg/l (OD),

### V.2.4.3. Analyses au laboratoire

Une analyse complète du deuxième groupe de variables a été effectuée lors de cette étude :

- **Éléments chimiques majeurs:** \* Cations :  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ; \* Anions :  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

### V.3. Résultats et discussions

#### V.3.1. Caractéristiques chimiques des eaux, éléments dominants

La représentation graphique des résultats permis de comparer méthodiquement la chimie des eaux et de faire une classification des échantillons d'eaux analysées selon leur affinité chimique dans lequel les cations et anions sont représentés par des séparées diagrammes ternaires. Les sommets de la parcelle de cations sont le calcium, le magnésium et de sodium, plus de potassium cations. Les sommets de la parcelle d'anions sont le sulfate, le chlorure et le carbonate de plus de bicarbonate anions. Les deux diagrammes ternaires sont ensuite projetées sur un diamant. Le diamant est une matrice de transformation d'un graphe des anions ( sulfate de + de chlorure / anions total) et les cations ( sodium + potassium / total des cations). Pour ce faire nous avons utilisé les diagrammes Piper issu du logiciel d'hydrochimie multi-langage en distribution libre DIAGRAMMES, version 5.9 - 2013, du Roland SIMLER Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon.

But Afin de déterminer notre eau, nous avons effectué une analyse chimique sur des échantillons. Afin de pratiquer de telles analyses, nous avons choisi les localités suivantes : C.T (Chott ; Teksept Ouest ;19 mars) et C.I ( 19 Mars Albien ).

#### V.3. 2.1 Eau des forages d' El\_Oued

Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau 16 forages de la ville El\_Oued sont consignées dans le tableau suivant : ( ADE 2018 )

| Code                          |                              | 1               | 2              | 3                   | 4        | 5             | 6          | 7          | 8       | NORME OMS  |      |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------|---------------|------------|------------|---------|------------|------|
| Lieu de Prélèvement           |                              | Chouhada Albien | 19 Mars Albien | Rt touggourt Albien | 400 Logt | Sidi Messtour | Bouhmid 02 | Bouhmid 01 | Nadour  |            |      |
| Paramètre physique            | ph                           | 7,32            | 7,02           | 7,1                 | 7,02     | 7,25          | 7,22       | 7,23       | 7,25    | 6,5 a 9,22 |      |
|                               | COND                         | Us/cm           | 2640           | 2330                | 2480     | 3390          | 3730       | 3920       | 3660    | 3810       | 1500 |
|                               | T°C                          |                 | 61,1           | 62                  | 61,8     | 25,1          | 28,8       | 29,1       | 27,6    | 26,9       | 25   |
|                               | SAL %                        |                 | 1,7            | 1,6                 | 1,6      | 2,1           | 2,3        | 2,5        | 2,3     | 2,4        | -    |
|                               | TDS                          | mg/l            | 1689           | 1580                | 1587     | 2169          | 2387       | 2508       | 2342    | 2438       | -    |
| Paramètre physico - chimiques | TH                           | mg/l            | 900            | 1000                | 980      | 1120          | 1040       | 1090       | 1050    | 1220       | -    |
|                               | Ca <sup>+2</sup>             | mg/l            | 184,386        | 232,464             | 220,44   | 300,6         | 220,44     | 228,456    | 228,456 | 224,448    | 200  |
|                               | Mg <sup>+2</sup>             | mg/l            | 106,942        | 102,081             | 104,511  | 114,233       | 119,094    | 126,386    | 116,664 | 160,413    | 150  |
|                               | NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> | mg/l            | 0,188          | 0,149               | 0,213    | 0             | 0,026      | 0,015      | 0,019   | 0,035      | -    |
|                               | RS                           | mg/l            | 1960           | 2580                | 1860     | 3740          | 2680       | 3480       | 3260    | 3280       | -    |
|                               | Cl <sup>-</sup>              | mg/l            | 350,984        | 350,98              | 787,056  | 514,068       | 393,528    | 450,253    | 421,89  | 428,981    | 350  |
|                               | Turb                         | NTU             | 1,54           | 11,1                | 1,62     | 0,219         | 0,166      | 0,367      | 0,315   | 0,393      | -    |
|                               | No <sup>-3</sup>             | mg/l            | 179,34         | 203,74              | 158,6    | 191,54        | 183        | 170,8      | 189,1   | 165,92     | -    |
|                               | TAC                          | mg/l            | 147            | 167                 | 130      | 157           | 150        | 140        | 155     | 136        |      |
|                               | No <sup>-2</sup>             | mg/l            | 1,732          | 1,556               | 1,672    | 23,88         | 13,29      | 33,6       | 20,24   | 21,34      | 45   |
|                               | Fe TOTAL                     | mg/l            | 0,288          | 0,341               | 0,061    | 0,025         | 0,022      | 0,03       | 0,01    | 0,039      |      |
|                               | Po <sup>-4</sup>             | mg/l            | 0,062          | 0,2                 | 0,117    | 0,072         | 0,026      | 0,024      | 0,047   | 0,072      | -    |
|                               | No <sup>-3</sup>             | mg/l            | 0,017          | 0,019               | 0        | 0,006         | 0,024      | 0,034      | 0,017   | 0,01       | -    |
| So <sup>-4</sup>              | mg/l                         | 782,589         | 789,21         | 630,017             | 587,682  | 661,44        | 729,12     | 874,752    | 888,96  | -          |      |



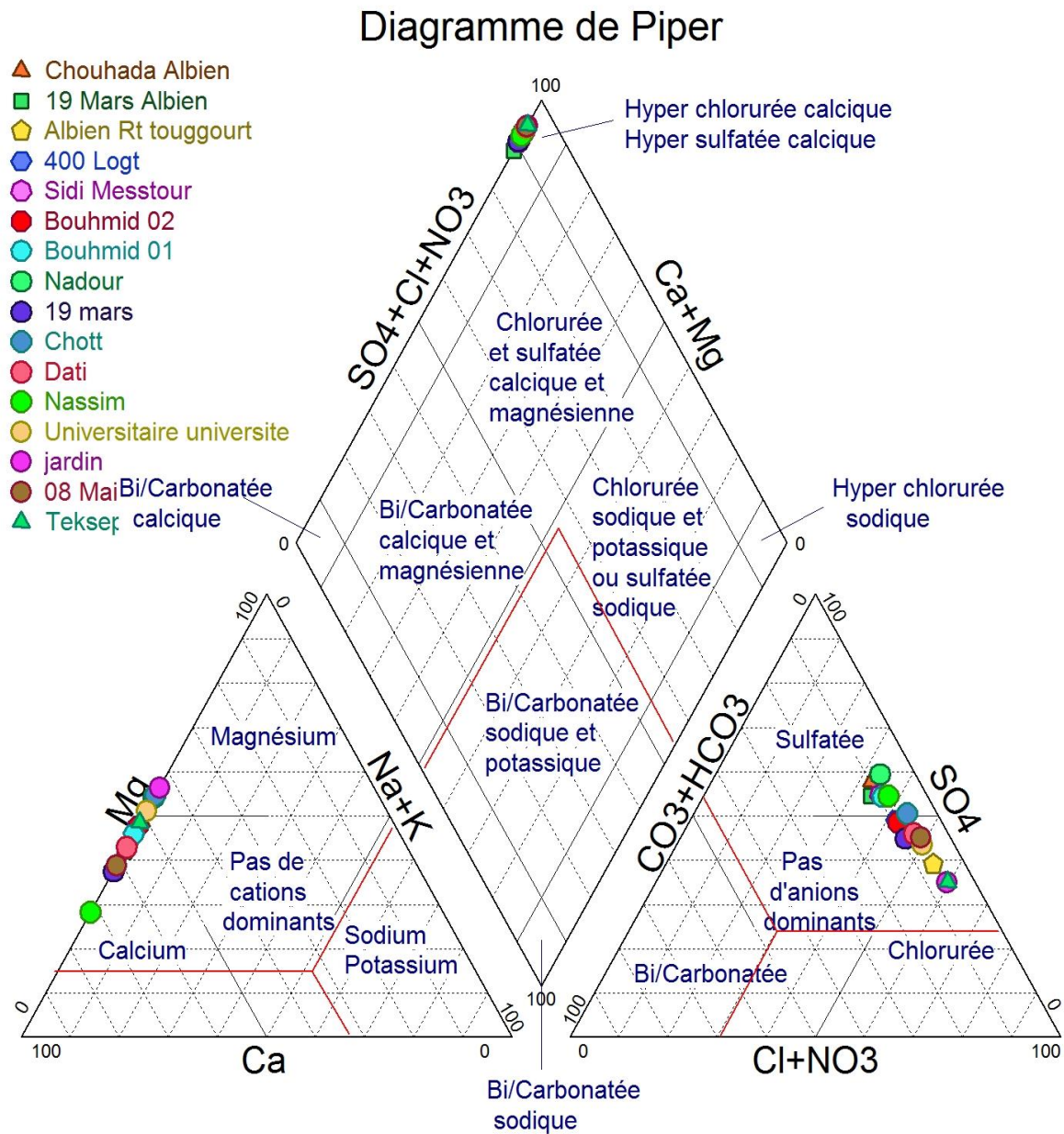
| Code                          |          | 9       | 10       | 11      | 12      | 13         | 14      | 15      | 16      | NORME<br>OMS |            |
|-------------------------------|----------|---------|----------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|--------------|------------|
| Lieu de Prélèvement           |          | 19 mars | Chott    | Dati    | Nassim  | universite | jardin  | 08 Mai  | Teksept |              |            |
| Paramètre<br>physique         | ph       |         | 7,15     | 7,64    | 7       | 7,26       | 7,31    | 7,22    | 7,3     | 7,23         | 6,5 a 9,22 |
|                               | COND     | Us/cm   | 3560     | 3670    | 3800    | 3640       | 3570    | 3510    | 3510    | 3710         | 1500       |
|                               | T°c      |         | 26,4     | 21      | 22,4    | 24         | 25,6    | 25,9    | 24,4    | 25           | 25         |
|                               | SAL %    |         | 2,4      | 2,3     | 2,4     | 2,3        | 2,3     | 2,3     | 2,3     | 2,3          | 2,4        |
| Paramètre physico - chimiques | TDS      | mg/l    | 2420     | 2348    | 2432    | 2329       | 2284    | 2246    | 2246    | 2374         | -          |
|                               | TH       | mg/l    | 960      | 1500    | 1350    | 850        | 1350    | 1280    | 1290    | 1320         | -          |
|                               | CA+2     | mg/l    | 240,48   | 272,544 | 308,616 | 244,488    | 264,528 | 224,448 | 316,632 | 272,544      | 200        |
|                               | MG+2     | mg/l    | 87,498   | 199,301 | 140,969 | 58,332     | 167,704 | 174,996 | 121,525 | 155,552      | 150        |
|                               | NH4+     | mg/l    | 0        | 0,002   | 0       | 0,063      | 0       | 0       | 0       | 0            | -          |
|                               | RS       | mg/l    | 3900     | 3020    | 3880    | 2080       | 2820    | 2920    | 2800    | 2760         | -          |
|                               | CL-      | mg/l    | 528,249  | 599,155 | 705,514 | 414,8      | 744,513 | 857,962 | 772,878 | 943,049      | 350        |
|                               | Turb     | NTU     | 0,386    | 0,47    | 0,592   | 0,239      | 0,505   | 0,17    | 0,443   | 0,168        | -          |
|                               | HCo3-    | mg/l    | 191,5    | 151,28  | 180,56  | 156,16     | 167,14  | 143,96  | 165,92  | 156,16       | -          |
|                               | TAC      | mg/l    | 157      | 124     | 148     | 128        | 137     | 118     | 136     | 128          | -          |
|                               | No3-     | mg/l    | 46,06    | 35,97   | 26,53   | 26,72      | 26,82   | 10,68   | 23,16   | 23,97        | 45         |
|                               | Fe TOTAL | mg/l    | 0,123    | 0,046   | 0,02    | 0,092      | 0,046   | 0,046   | 0,134   | 0,008        | -          |
|                               | Po4-     | mg/l    | 0,014    | 0,002   | 0,008   | 0,16       | 0,032   | 0,032   | 0,291   | 0,24         | -          |
|                               | No2-     | mg/l    | 0,018    | 0,021   | 0,024   | 0,025      | 0       | 0       | 0       | 0            | -          |
| So4-                          | mg/l     | 613,561 | 1013,482 | 951,029 | 1088,65 | 689,54     | 689,54  | 881,051 | 765,5   | -            |            |

**Tableau N° V -05:** caractéristiques physico-chimiques de l'eau 16 forages d' El\_Oued

En outre on croit qu'il est nécessaire de rappeler quelques définitions relatives duretés :

On appelle dureté totale ou titre hydrotimétrique (T.H) la somme des concentrations calciques et magnésienne.

- ✓ la dureté calcique est celle qui correspond à la teneur globale en sels de calcium.
- ✓ la dureté magnésienne est celle qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium.
- ✓ la dureté permanente ou non carbonatée celle qui persiste après ébullition de l'eau .Elle correspond au sulfate de calcium et de magnésium.
- ✓ la dureté temporaire s'obtient par la différence entre la dureté totale et la dureté permanente



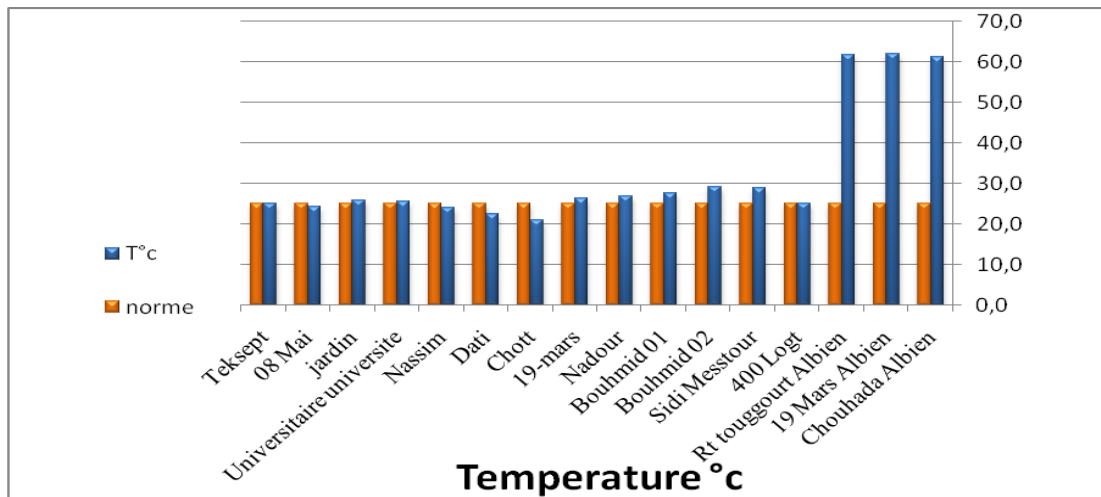
**Figure N° V-11:** Diagramme de Piper des eaux des forages alimentant la ville d'Oued Souf (Année 2018).

montre dans l'ensemble que tous les points analysés sont caractérisés par des faciès chimique est de type Hyper Chlorurée, sulfatée calcique. Ce faciès indique une dissolution évaporitique riche en sels et en gypse.

### V.3.3. Evolution spatiale des concentrations de quelques variables et comparaisons aux Normes OMS

#### V.3.3. 1. La température

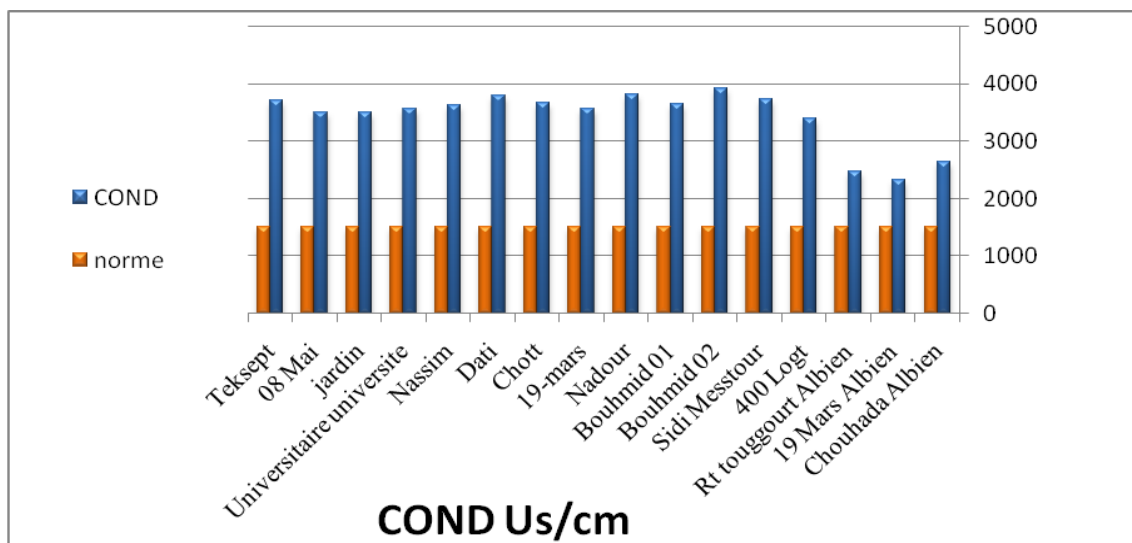
Le minimum de la température enregistré pour tous les points de prélèvements et au delà de la limite max de la norme admissible de l’OMS. Pour les forages du 19 mars, bouhmid 01, bouhmid 02, Sidi Mestour, et forage albien cette limite et dépasser.



Graphe N°V-5 : Evolution spatiale de la température sur les points de prélèvements.

#### V.3.3. 2. La conductivité électrique :

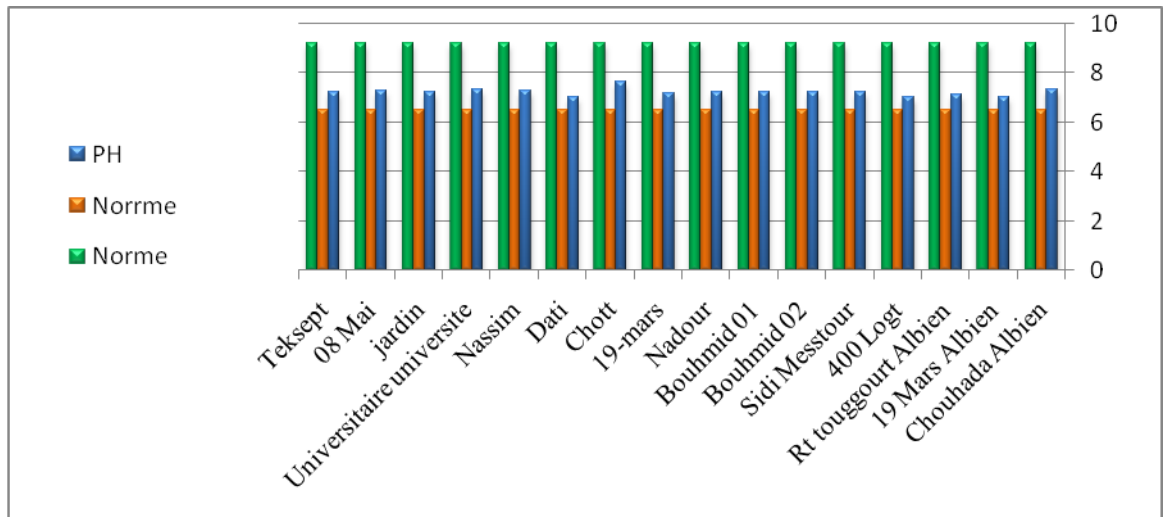
Elle est considérée comme étant la propriété que possède l’eau à permettre au courant électrique de passer, celle-ci est fonction, de la température, de la concentration et des espèces ioniques en solution. Dans ensembles les valeurs mesurées sont au delà de la norme admissible de l’OMS de plus de 1500% pour tous les points de prélèvements.



Graphe N°V-6: Evolution spatiale de la conductivité électrique sur les points de prélèvements.

### V.3.3. 3. Le PH

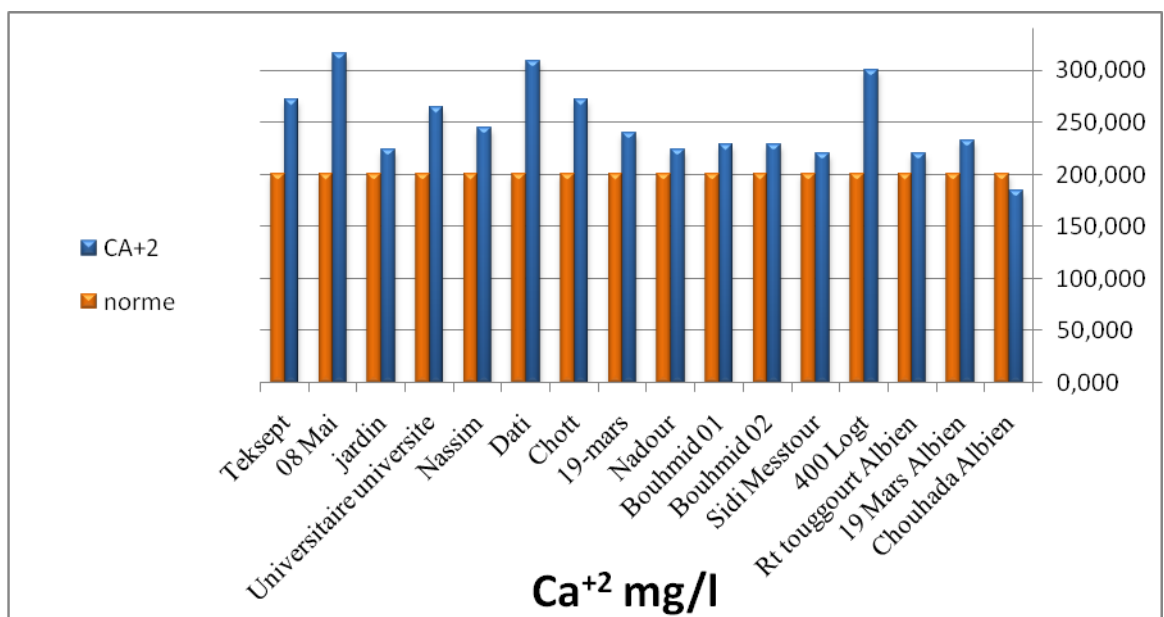
Les valeurs mesurées du PH aux différentes stations et pendant les différents prélèvements montrent que toutes les valeurs se trouvent dans l'intervalle de la norme de potabilité et avec des valeurs peu variables.



Graph N°V-7: Evolution spatiale du PH sur les points de prélèvements.

### V.3.3. 4. Le calcium Ca<sup>+2</sup>

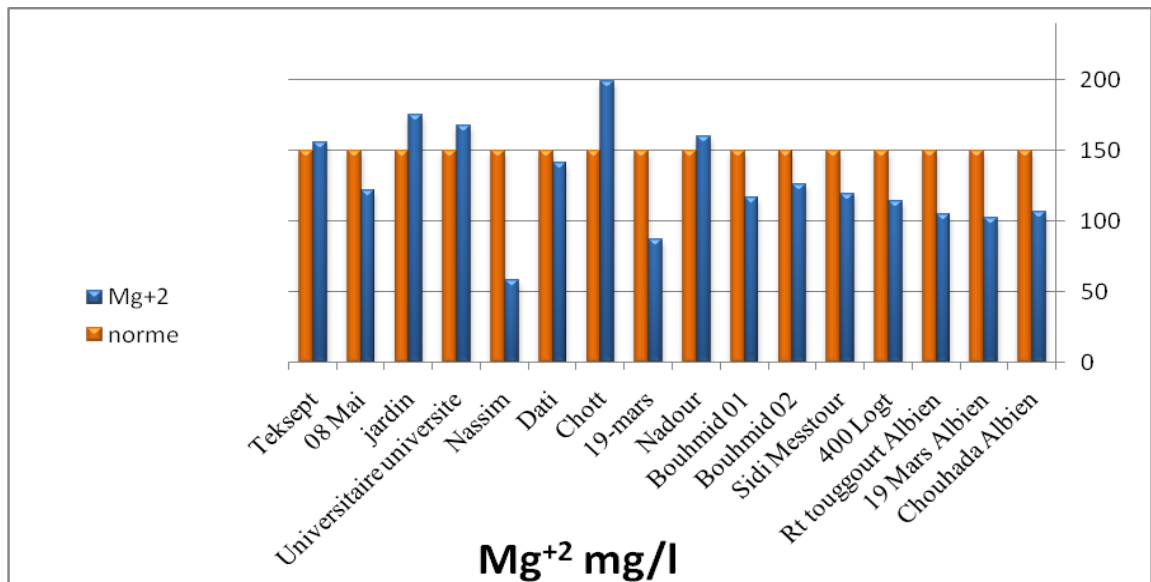
Le calcium provient soit de la dissolution des formations carbonatées (CaCO<sub>3</sub>), soit à la dissolution des gypses (CaSO<sub>4</sub>) (H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>. Il est aussi prédominant dans les eaux thermo minérales circulant en milieu calcaire. Les valeurs mesurées du calcium pour l'ensemble des points de prélèvements sont au-delà de la norme admissible de l'OMS.



Graph N°V-8: Evolution spatiale du calcium sur les points de prélèvements.

### V.3.3.5. Le magnésium (Mg<sup>+2</sup>)

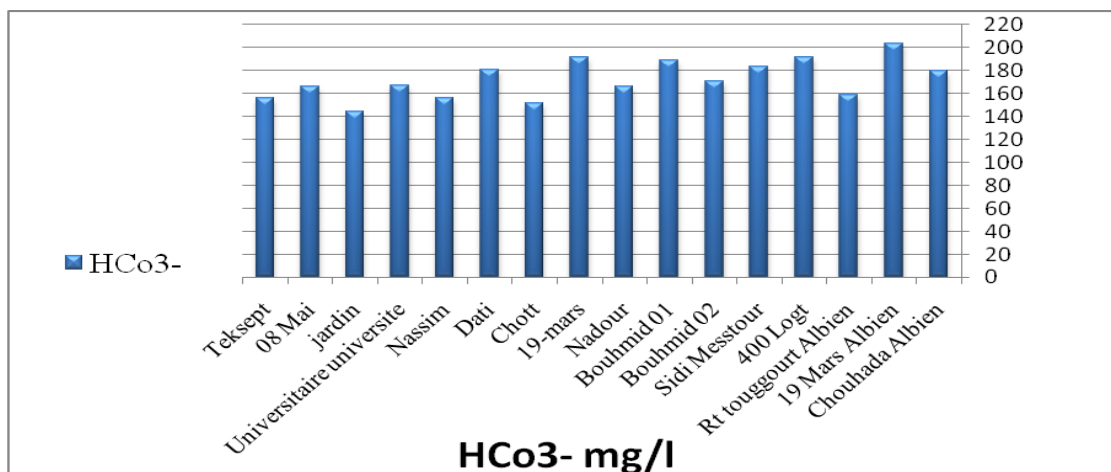
Les origines du magnésium sont comparables à celles du calcium, il provient de la dissolution des formations carbonatées à forte teneur en magnésium (la magnésite et la dolomite). On observe une dilution des concentrations de cet élément sur la plupart des points de prélèvements sauf pour les forages des cités teksept ;jardin ;universitaire ;chatt et nadour ou les concentrations enregistrées dépassent la norme admissible de l’OMS.



Graph N°V-9: Evolution spatiale du magnésium sur les points de prélèvements.

### V.3.3.6. Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

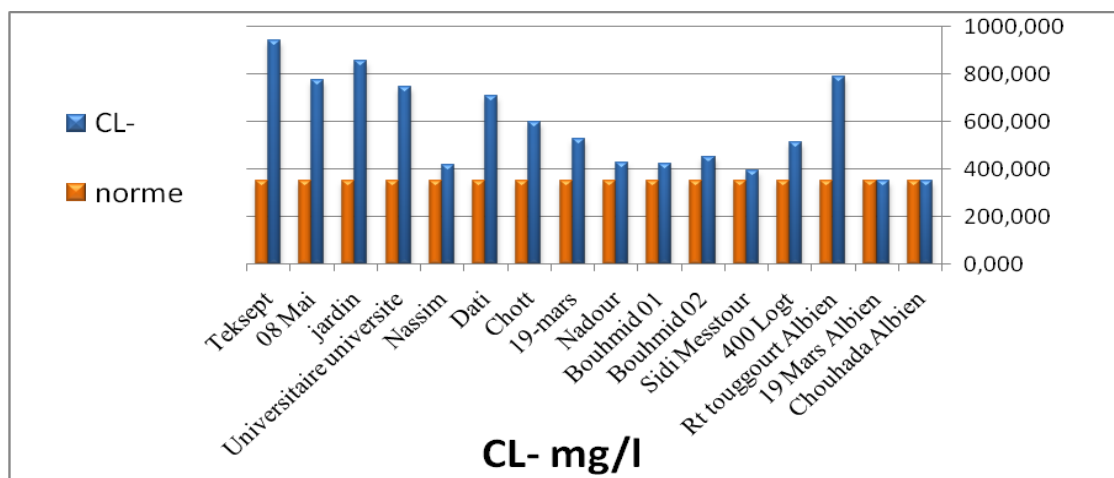
La présence des bicarbonates dans l’eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire, dolomie...) Par des eaux chargées en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) de la minéralisation de la matière organique, selon l’équation suivante: **CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> = 2HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + Ca<sup>+2</sup>**. Les sites ou on enregistre une augmentation des bicarbonates sont : 19 mars albien.



Graph N°V-10: Evolution spatiale des Bicarbonates sur les points de prélèvements.

### V.3.3.7. Les chlorures (CL<sup>-</sup>)

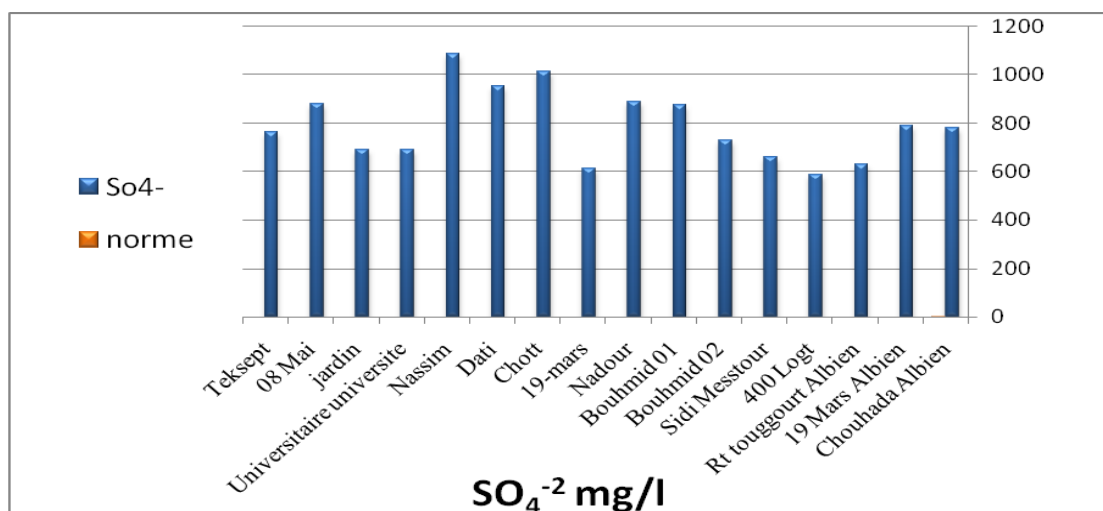
L'origine de cet élément est liée principalement à la dissolution des formations salifères. Ils sont présents dans les eaux minérales des régions à volcanisme récent et aussi dans les eaux très profondes du socle cristallin. Les concentrations observées sur des résultats d'analyses montrent que toutes les teneurs sont très supérieures à la norme de l'OMS et que la concentration maximale est enregistrée au niveau des stations de prélèvements du teksept ; 08 Mai ; jardin ; universitaire ; dati et rt touggourt avec un max de 943,049 mg/l, ce qui explique que ces concentrations sont influencées par la présence de sel dans les formations géologiques.



Graphe N°V-11: Evolution spatiale des chlorures sur les points de prélèvements.

### V.3.3.8. Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)

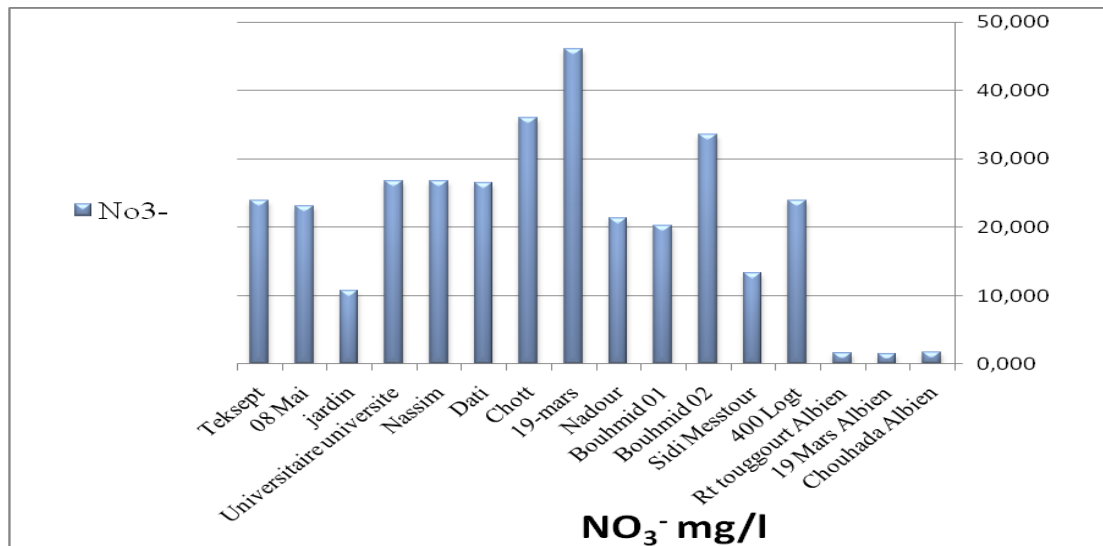
En chimie, c'est le sel de l'acide sulfurique. Sa présence dans l'eau est liée à la dissolution des formations gypseuses. Les concentrations observées sur tous les points de prélèvement indiquent que toutes les teneurs sont très supérieures à la norme admissible de l'OMS.



Graphe N°V-12: Evolution spatiale des sulfates sur les points de prélèvements.

### V.3.3.9. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

La présence dans l'eau est liée à l'utilisation des engrais chimiques. Les concentrations observées au niveau des stations de prélèvements sont très inférieures à la norme de l'OMS et ne présentent au qu'un risque sur la santé des populations qui utilisent cette eau.



Graphique N°V-13: Evolution spatiale des Nitrates sur les points de prélèvements.

### V.4. Propriétés chimiques de l'eau, éléments dominants:

Représentation des résultats de la chimie de l'eau et classification des échantillons d'eau analysés en fonction de leur association chimique. Les chaînes de calcium, de magnésium et de sodium sont très élevées par rapport aux standards de l'eau potable, en plus des cations de potassium. Sulfate, chlorure et carbonate purgatives et que par ailleurs la cholique néphrétique est chose courante due à l'excès des sels dans l'eau.

Expérimentalement, les analyses prouvent que l'eau de la région a une concentration en sels et dureté très élevée dans l'eau des nappes C.T et C.I.

### V.5. Les principaux sels augmentent dans l'eau de boisson et nuisent à la santé humaine

Les eaux souterraines, y compris l'eau de boisson, contiennent un certain nombre d'éléments sous forme de sels solubles ou de matières en suspension. La plupart des éléments de la plupart des concentrés d'eau potable sont le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium. Les quatre principaux éléments minéraux de l'eau potable peuvent être pris en compte car ils se présentent sous la forme de sels qui se combinent avec des sulfates, des carbonates, des chlorures et d'autres groupes, tandis que l'eau contient moins d'éléments. Tels que le fer ou le manganèse ou en quantités rares tels que des éléments rares dans la nature, tels que le cadmium, le plomb et autres.



Les sels d'eau potable donnent leur goût distinctif. Ici, il convient de noter que la personne habituée à goûter l'eau de sa région, quelle que soit sa teneur en sel, à moins que la salinité soit élevée, le changement de goût d'une eau à l'autre ne signifie pas trop, car elle ne peut pas dire que les sels d'eau sont solubles dans l'eau et ont tendance à se dégrader. Avoir un goût amer ou plus susceptible de dissoudre l'oxygène, ce qui augmente les dommages causés au corps et augmente le taux d'oxydation des métaux. Ce qui les affecte, tels que les tuyaux en métal dans les réseaux d'eau publics, ainsi que le remplissage des sels dissous dans l'eau, fait partie des besoins quotidiens de ces sels et peut compenser l'accident en raison de la mauvaise nourriture mangée par une personne salée.

Pour détecter les concentrations dans l'eau de boisson, il existe de nombreux tests, notamment chimiques et autres, mais l'examen le plus important révèle que la concentration totale en sels solubles est le test de conductivité électrique car la conductivité de l'eau est principalement due aux sels solubles. Concentration en sels et solubilité: Les sels solubles se trouvent principalement dans les eaux souterraines.

Il est possible d'éliminer les sels de l'eau par dessalement (distillation). Ce processus consiste principalement à augmenter les concentrations de sel bien au-dessus de la limite, car dans notre étude de Valley City, une simple augmentation des concentrations est un problème grave et inquiétant. . Il n'est sans danger pour la personne qui la boit que s'il souffre de maladies chroniques comme la pression artérielle. Il est préférable, même si la personne ne souffre pas de maladie, de ne pas consommer d'eau à des concentrations de sel plus élevées que la quantité autorisée, car cela provoque des complications à long terme, en particulier des lésions du foie et du foie. , Applications utilisent des tours industrielles en résine pour éliminer les sels de calcium et de magnésium de l'eau, connue sous le nom d'élimination de la dureté de l'eau.

Les sels peuvent atteindre l'eau potable de nombreuses sources. Le sol et la roche sont riches en plusieurs types de sels qui se fondent dans les eaux souterraines.

## **V.6. Conclusion**

L'étude hydrochimique a montré que les eaux de nappes profondes (Complexe Terminal, Continental Intercalaire) qui alimentent le chef lieu de la ville d'El Oued appartiennent des 17 forages présente une minéralisation excessive. Ces substances naturelles sont acquises par l'eau souterraine lors de son transport et de son stockage dans les roches qui constituent l'aquifère. Le fond géochimique de natures très variées et responsable de l'enrichissement chimique de l'eau qui dépend directement de la géologie d'un secteur géographique. Suivant la nature du terrain, ces eaux souterraines contiennent des éléments physicochimiques dépassant les normes de potabilité de loin et s'est avérée importante, où on retrouve :



- ✓ Principalement les éléments physiques suivants : la température ( $T^{\circ}\text{C}$ ), la conductivité électrique, présentes des dépassements de la norme de potabilité important.
- ✓ la température et l'un des facteurs qui influe la vitesse des réactions chimiques et qui joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, est qui atteint  $51^{\circ}\text{C}$  pour le forage de la route de Touggourt et  $43^{\circ}\text{C}$  pour les cités du 19 mars, Sidi Mestour, et les 300 logements où la limite de l'OMS et dépasser.
- ✓ Pour la conductivité électrique présente des dépassements important de la limite de l'OMS, témoigne ainsi de la minéralisation très importante.
- ✓ Particulièrement dans notre cas les éléments chimiques suivants : le calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ), le Manganèse ( $\text{Mg}^{++}$ ), chlorures ( $\text{Cl}^{-}$ ), les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^{-}$ ) et sulfates ( $\text{So}_4^{--}$ ), présentes des dépassements des normes de potabilité important.

Dans l'ensemble toutes ces eaux présentant ces dépassements dont les éléments physicochimiques doivent subir un traitement avant leur distribution pour l'alimentation eau potable de la ville d'El Oued.

## *Conclusion général*

Dans un environnement socio-économique en pleine mutation, caractérisé par des conditions climatiques particulièrement difficiles, l'eau au Sahara demeure un facteur primordial de tout développement des activités humaines.

Pour la quantité, l'eau au Sahara est généralement disponible, se distingue par d'importantes ressources en eau souterraines et ca grâce à d'importants aquifères, surtout au bas Sahara (Sahara Septentrional). Le système aquifère d'El-Oued est constitué de trois nappes de natures très variées : nappe libre (phréatique), et deux nappes captives (nappe de complexe terminal et nappe de continentale intercalaire).

Pour la qualité des eaux destinées pour l'Alimentation en Eau Potable se pose avec finesse dans l'ensemble des régions sahariennes et particulièrement dans la région de Souf.

Du point de vu qualité physicochimique (salinité) est le plus souvent médiocre. Cette salinité des eaux, dont une partie est d'origine géologique (primaire) s'accroît continuellement par une mauvaise gestion de la ressource en eau, notamment souterraine. La minéralisation de l'eau varie entre 1 et 2g/l de résidu sec et peut atteindre les 5g/l.

La Salinisation secondaire de la ressource en eau est aggravée dans certains cas par une pollution d'origine anthropique, le plus souvent domestique, qu'industrielle ou agricole, ce qui rend l'eau le plus souvent presque impropre à la consommation .

Les eaux des forages albiens comme celles des forages Pontien sont des eaux très dures, fortement minéralisées, chargées en chlorures (Cl<sup>-</sup>), en sulfates (So<sub>4</sub><sup>--</sup>), calcium (Ca<sup>++</sup>), le Manganèse (Mg<sup>++</sup>), en bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et présentes des dépassements des normes de potabilité très importante.

La différence entre les deux ressources tient aussi d'une part à la température de 60°C en tête de puits pour l'albien et de 30°C pour le Pontien, d'autre part à la minéralisation et de 1,6 g/l pour l'albien et de 2,1 g/l pour le Pontien et a compagnie une conductivité électrique très importante.

Dans l'ensemble ces eaux présentent des dépassements de normes dans les éléments physicochimiques, donc cette eau doit subir un traitement avant sa distribution pour l'alimentation eau potable de la ville d'El Oud ou il faut chercher une eau respectant les

## Conclusion général

---

normes universelles de la santé pour assuré une bonne alimentation en eau potable de la ville d'El Oued.

Par conséquent, cette étude devra, éventuellement, être suivie par d'autres études complémentaires, qui seront financées par l'administration, notamment dans un objectif de fourniture une eau potable salubre.

## **Références bibliographiques :**

Zaiz i [2015]. Etude qualitative des eaux de la nappe terminal dans la ville d'el oued. Memoire de magister en universite kasdi merbah ouargla

Achiri O [2014]. Diagnostique qualitatif des eaux potable distribuees pour l'alimentation dans la ville d'el oued. Memoire De Master en Universite El-Oued.

LABBACI K [2017]. les maladies à transmission hydrique en algerie . Memoire De Master en Universite Badji Mokhtar- Annaba .

AFNOR., [1979]. Recueil de normes françaises. Eaux, méthodes d'essais.

Belkiri .L [2011]. Étude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d'Ain Azel-Est Algérien. Thèse doctorat en sciences Option Hydraulique.

Brinis. N, [2010]. Caractérisation de la salinité d'un complexe aquifère en pays aride Cas de l'aquifère d'el-outaya Région nord-ouest de Biskra, Algérie. Thèse doctorat ès sciences en Hydraulique, Université Mohamed Kheider-Biskra,

Bouroche J.M., Saporata G., [1980]. *L'analyse des données*. 1<sup>er</sup> édition. Presses Académique de France. Paris, 127 p.

Dagnélie P., [1970]. *Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques* (vol. 2).

Gembloux, Pesses agronomiques, 451 p.

Mézédjri L., [2008]. Modélisation de l'Impact de la Pollution Industrielle Hydrique dans le Golfe de Skikda (Littoral Est algérien) Thèse Doctorat ès Sciences de la Mer, Université Badji Mokhtar Annaba

Palm R., [2000]. L'analyse de la variance multivariée et l'analyse canonique discriminante : principes et applications. *Notes stat. Inform.* (Gembloux) 2000/1, 40 p.

Rodier, [1996]. *L'analyse de l'eau*. 8<sup>ème</sup> Ed. Dunod. Paris.

Rodier, [2009]. *L'analyse de l'eau*. 9<sup>ème</sup> édition Ed. Dunod. Paris.

## **Sites Web Consultes :**

1. [WWW.OMS.COM](http://WWW.OMS.COM).
2. [WWW.FAO.Org](http://WWW.FAO.Org)
3. [WWW.MRE.gou.dz](http://WWW.MRE.gou.dz) (Ministère Des Ressource D'eau)

## **Autres documents consulté :**

- Norme Européenne NF EN ISO 19458 Novembre 2006 "Qualité de l'eau - Echantillonnage pour analyse microbiologique".
- Norme Européenne NF EN ISO/CEI 17025 Septembre 2005 "Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais".
  - [A.D.E]: Algérienne Des Eaux Wilaya d'EL-Oued.
  - [A.N.R.H] : L'agence National des Ressources Hydriques.
  - [D.R.E]: Direction des ressources en eau.