

REPUBLIQUE ALGERIEEENE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**UNIVERSITE ZIANE ACHOUR DE DJELFA**  
**FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE**



**Département des Sciences de la Matière**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**Master académique**

Spécialité : **Chimie Organique**

Par : **Djamila BOUABDALLAH**

**Analyses physico-chimiques de l'eau potable  
au niveau de la wilaya de Djelfa (Ville de Ain Oussera)**

Soutenu le : 08/11/2015

Devant le jury :

Dr Yazid DEROUICHE	MCB	Université de Djelfa	Président
M. Ahmed SOUADIA	MAA	Université de Djelfa	Examineur
M. Salah-Eddine RAHMANI	MAA	Université de Djelfa	Rapporteur

## **REMERCIEMENTS**

*Avant toute chose je tiens à remercier Dieu le tout puissant pour m'avoir donné la force et la patience.*

*Je tiens surtout à adresser mes plus vifs remerciements à mon promoteur Monsieur **RAHMANI SALAH-EDDINE** pour sa disponibilité, sa compétence et ses recommandations continues pour nous, et pour la confiance qu'il a voulu m'accorder en réalisant ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier tous mes enseignants durant les 5 ans d'études.*

*Mes remerciements vont également à toute les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, et notamment à :*

*Monsieur **TOUAHRIA SEBTI** (Directeur de l'A.D.E)*

*Monsieur **AZOUGLI BELKACEM**; (chef de laboratoire ADE)*

*Melle, **OKAZI FREIHA** (biologiste au niveau de laboratoire de l'A.D.E)*

*Enfin, j'adresse tous mes souhaits de réussite à mes collègues de l'université.*

## DEDICACES :

*Je dédie ce travail :*

*A mon père... :*

*Vous avez fait d'énormes sacrifices pour vos enfants, et vous n'avez cessé de nous prodiguer des conseils pour le droit chemin. Que votre simplicité et votre respect pour les autres me servent d'exemples !. Je veux vous dire Seigneur vous protéger et être votre balcon Anchallah ... PAPA*

*A ma mère ... :*

*Vous avez guidé mes pas, veillé sur moi et vous m'avez toujours entouré de cette tendresse que seules les mères sont capables d'offrir. Je vous demande pardon et votre bénédiction nuits et jours. Seigneur vous protéger et toujours content MAMAN.*

*A ma 2<sup>ème</sup> mère ... :*

*Tout mon ..Je ne trouverai pas le mot ici pour vous exprimer mes sentiments. Mais je veux dire succès Il a été le résultat de vos conseils Et que dire des principes planté dans mon caractère.....merci ma soeure Denia*

*A mes sœurs : Wahiba, Hakima, Nassima et ma princesse Amina.*

*A mes frères : Amar, Bouemama, Mohamed*

*A mon chère frère : Amer et son femme Samira, sans oublier Taher et Isehak,*

*A ma chère : Ibtissam*

*A les bombons de notre maison : Akram, Adem, Dedi, Ayham, Asil et surtout ma aimable Anass .*

*Votre soutien sans réserve et vos encouragements m'ont permis d'affronter beaucoup d'épreuves. Ce travail est le votre. A vous toute ma reconnaissance.*

*A mes chères amies: Amina, Assia, fati, fani, Hoda, Baya, Hanan, Salema, Mikha*

*A toutes les personnes de près ou de loin qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.*

*A mes camarades de promotion, pour tout ce que nous avons partagé, échangé ensemble durant ces cinq petites années.*

*A tous ceux que je connaisse.*

*Que DIEU nous réserve de très belles surprises dans notre vie.*

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **CHAPITRE I: Paramètre de qualité des eaux**

I-1 Généralité.....	(02)
I-2 Paramètre de qualité des eaux .....	(04)
I-3 Normes de la qualité de l'eau potable.....	(11)
I-4.Effets de la présence des sels minéraux dans l'eau potable .....	(14)

### **CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude**

II -1. Présentation de la zone d'étude.....	(16)
II -2.les sources d'alimentation en aux potable.....	(20)
II -3.Le réseau de distribution.....	(22)

## **PARTIE EXPREMENTALE**

### **CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES**

I-1.Echantillonnage .....	(23)
I-2. Le matériel.....	(23)
I-3.Méthodes d'analyse.. ..	(25)
I-3-1.Analyses des cations.....	(25)
I-3-2.Analyses des anions.....	(31)
I-3-3. L'analyse de pH, T°C, cond et TDS .....	(39)
I-3-4. L'analyse de TH, TAC et TA.....	(42)

### **CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS**

II-1. Résultats d'analyses.....	(43)
II-1-1. Le cation.....	(43)
II -1-2.Les anions .....	(45)
II-1-3. pH, T°C, cond et TDS .....	(48)
II-1-4. TH, TAC et TA .....	(52)
II-2. Calcul de la moyennes des toutes les analyses sure les deux forages F3, F12 .....	(54).
Conclusion générale.....	(55)

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

## *Liste des abréviations*

- A°** : Anguis rom
- A.D.E** : Algérienne Des Eaux
- C°** : Degré Celsius
- cm**: centimètre
- Cond** : conductivité électrique
- dS/m**: désiemens/mètre
- E.D.T.A**: Acide Ethylène Diamine Tétracétique
- F** : Forage
- F°**: Degré Français
- g**: Gramme
- h**: Heure
- Km**: kilomètre
- meq/l**: milliéquivalent par litre
- mm**: millimètre
- mg/l**: milligramme par litre
- mmhos/cm**: millimhos/centimètre
- NTU**: Néphlometric turbidity unit ( unité néphlométrique de Turbidité)
- O.M.S** : Organisation Mondiale de la Santé
- pH**: potentiel d'hydrogène
- Sal** : salinité
- T**: Température
- TA**: Titre alcalimétrique
- TAC**: Titre alcalimétrique complet
- TDS**: Taux des Sels Dissous
- TH** : Titre Hydrotimétrique
- UFC/100ml**: Unité forme colonie
- µg/l**: Microgramme/litre
- µm**: micromètre
- µS/cm**: micro Siemens par centimètre
- %** : Pourcentage



## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 01:</b>	Saveur de l'eau en fonction des éléments chimiques indésirables.....	05
<b>Tableau 02:</b>	Classification des eaux d'après leur pH.....	06
<b>Tableau 03:</b>	Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité électrique. ....	07
<b>Tableau 04:</b>	Classification des eaux en fonction de la turbidité .....	07
<b>Tableau 05:</b>	Normes des paramètres physico-chimiques.....	12
<b>Tableau 06:</b>	Normes des substances indésirables .....	13
<b>Tableau 07:</b>	Normes des substances toxiques .....	14
<b>Tableau 08:</b>	Fiche technique sur la situation des forages a travers la ville d'Ain Oussera .....	21
<b>Tableau 09:</b>	Normes d'étalonnages de $[\text{NH}_4^+]$ .....	26
<b>Tableau 10:</b>	Normes d'étalonnages de $[\text{PO}_4^{-3}]$ .....	32
<b>Tableau 11 :</b>	Normes d'étalonnages de $[\text{SO}_4^{-2}]$ .....	33
<b>Tableau 12 :</b>	Normes d'étalonnages de $[\text{NO}_2^-]$ .....	36
<b>Tableau 13 :</b>	Résultats de la concentration des cations de l'eau potable de F3, F12 de la ville d'Ain Oussera.....	43
<b>Tableau 14 :</b>	Résultats de la concentration des anions de l'eau potable de F3, F12 de la ville d'Ain Oussera.....	46
<b>Tableau 15 :</b>	Résultats de pH, T, Lord, Sal et TDS de l'eau potable de F3, F12 de la ville d'Ain Oussera.....	48
<b>Tableau 16 :</b>	Résultats de TH, TAC et TA de l'eau potable de F3, F12 de la ville d'Ain Oussera.....	52
<b>Tableau 17 :</b>	Moyenne de toutes les analyses sur F3,F12.....	54



## *Liste des figures*

<b>Figure 01:</b>	Structure de la molécule d'eau .....	02
<b>Figure 02:</b>	Cycle de l'eau .....	04
<b>Figure 03:</b>	Oxydation de l'azote ammoniacal .....	10
<b>Figure 04:</b>	Plan de situation de la commune d'AIN-OUSSERA .....	16
<b>Figure 05:</b>	Carte de sismicité d'Ain Oussera.....	19
<b>Figure 06:</b>	Positionnement des forages du Ain Oussera.....	22
<b>Figure 07:</b>	Photo des réactifs dans une fiole jaugée.....	26
<b>Figure 08:</b>	Photo de spectrophotomètre (ODOSSEY).....	26
<b>Figure 09:</b>	Photo de la coloration finale (violet).....	28
<b>Figure 10:</b>	Photo de la titrages de ( $\text{Ca}^{2+}$ ) .....	28
<b>Figure 11:</b>	Photo de la titrages de ( $\text{Mg}^{2+}$ )... ..	30
<b>Figure 12:</b>	Photo de la coloration finale (bleu) .....	30
<b>Figure 13:</b>	Photo de la titrage de ( $\text{HCO}_3^-$ ) en début .....	35
<b>Figure 14:</b>	Photo de la titrage de ( $\text{HCO}_3^-$ ) a la fin .....	35
<b>Figure 15:</b>	Photo des réactifs de ( $\text{NO}_2^-$ ) dans une fiole jaugée .....	37
<b>Figure 16:</b>	Photo de la titrage de ( $\text{Cl}^-$ ) en début .....	38
<b>Figure 17:</b>	Photo de la titrage de ( $\text{Cl}^-$ ) a la fin .....	38
<b>Figure 18:</b>	pH-mètre .....	40
<b>Figure 19:</b>	Conductimètre .....	41
<b>Figure 20:</b>	Comparaison de la concentration de $\text{NH}_4^+$ .....	44
<b>Figure 21:</b>	Comparaison de la concentration de $\text{Ca}^{2+}$ .....	44
<b>Figure 22:</b>	Comparaison de la concentration de $\text{Mg}^{2+}$ .....	45
<b>Figure 23:</b>	Comparaison de la concentration de $\text{SO}_4^{2-}$ .....	46

<b>Figure 24:</b>	Comparaison de la concentration de Cl-.....	47
<b>Figure 25:</b>	Comparaison de la concentration de HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	47
<b>Figure 26:</b>	Comparaison de pH.....	49
<b>Figure 27:</b>	Comparaison de T°C.....	50
<b>Figure 27:</b>	Comparaison de lord.....	50
<b>Figure 28:</b>	Comparaison de sal .....	51
<b>Figure 29:</b>	Comparaison de TDS.....	51
<b>Figure 30:</b>	Comparaison de TH.....	53
<b>Figure 31:</b>	Comparaison de TAC.....	53
<b>Figure 32 :</b>	comparaison des cations de F3 et F 12.....	55
<b>Figure 33 :</b>	comparaison des anions de F3 et F 12.....	55
<b>Figure 34 :</b>	comparaison de pH ,T°C,lord,sal,TDS de F3 et F 12.....	56
<b>Figure 35 :</b>	: comparaison de TH°F ,TAC,TA de F3 et F 12.....	56

**INTRODUCTION GENERALE**

---

## Introduction

L'eau joue un rôle considérable dans la vie sur terre, c'est un élément indispensable à toute forme de vie, et c'est le principal composant de la matière vivante. (1).

Selon de nombreux scientifiques, l'origine de la vie est dans l'eau, la vie est d'abord apparue dans l'eau sous des formes rudimentaires par la suite, certaines espèces de plus en plus perfectionnées, en commencée à évoluer pour s'adapter à la vie aérienne. (1).

Dans la culture islamique, l'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, les références fondamentales d'essence religieuse consacrées à l'eau sont soulignées dans plus de 15 sourates du coran (1).

La croissance de la demande en eau (multipliée par quatre en quarante ans), notamment dans le Nord du pays et dans les zones urbaines, a poussé le gouvernement à prendre des mesures pour mieux exploiter toutes les ressources en eau disponibles, parmi celles-ci l'installation leurs population en eau potable. Cette eau doit être en normes et satisfaire les dispositions proposées par la pharmacopée mondiale.

L'objectif de notre travail consiste à faire des analyses physique et chimique d'eau de deux forages sur treize qui alimentent la ville d'Ain Oussera. Le travail expérimental a été effectué au niveau du laboratoire de l'A.D.E (Algérienne des Eaux).

Pour réaliser ce travail on a pris le plan suivant :

Généralités sur les eaux et les analyses physico-chimiques

Analyses physicochimiques des échantillons de la zone d'étude

Discussion des résultats obtenus

Et conclusion.



# Chapitre 01

## PARAMETRES DE QUALITE DES EAUX

## I.1. Généralité :

### 1.1.1 Importance et rôles de l'eau

L'eau est le principal constituant de tous les êtres vivants (bactéries, champignons, plantes, arbres, animaux, hommes). Les êtres humains sont constitués en moyenne de 70 % d'eau tandis que les méduses en contiennent plus de 90 %.(1)

L'eau est un élément essentiel de la vie, c'est aussi le support, le solvant, le composant prioritaire grâce à sa propriété physique, elle est la substance la plus utilisée dans l'industrie agroalimentaire (entre dans la composition des produits, stérilisation, conservation, cuisson, congélation, refroidissement,...).

Cependant elle a une importance considérable, d'une part elle intervient dans la nutrition des plantes à la fois directement et indirectement, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissout, d'autre part c'est l'un des principaux facteurs de pédogenèse, qui conditionne la plupart des processus de formation des sols.

L'eau est aussi une source d'énergie, Dans les régions de montagne, de grands barrages- réservoirs construits en amont des torrents et des rivières (c'est-à-dire à leur source) font chuter l'eau par des conduites artificielles jusqu'aux centrales hydroélectriques. L'industrie utilise aussi l'eau des rivières pour le refroidissement: c'est notamment le cas des centrales nucléaires.

### 1.1.2. Structure de l'eau

La molécule d'eau est composée de deux atomes d'hydrogène (de symbole chimique H) et d'un atome d'oxygène (de symbole chimique O) lié par deux liaisons covalentes simples, formant un angle de 104.5°; sa formule chimique est H<sub>2</sub>O. Les liaisons entre les molécules d'eau sont appelées liaisons hydrogène (sont des liaisons physiques très faibles) (fig. 01). Comme toute molécule, celle de l'eau est électriquement neutre. La molécule d'eau présente un moment dipolaire élevé (1,85 D), dû à la forte électronégativité de l'atome d'oxygène. Cette polarisation permet d'expliquer pourquoi l'eau conduit le courant électrique et d'autres propriétés remarquables (2)

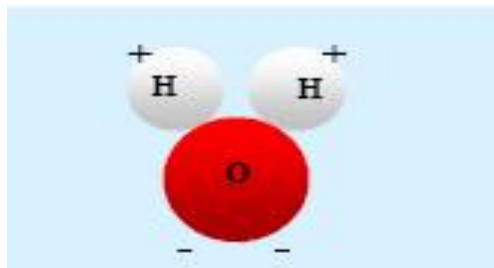


Figure 01: Ultra structure de la molécule d'eau

\*

### I.2.3. Etats de l'eau

L'eau est la seule substance sur terre qui existe naturellement sous ses trois états:

- L'état gazeux (vapeur), correspond exactement à la formule  $H_2O$  et en particulier au modèle angulaire;
- L'état solide (glace, neige), l'arrangement élémentaire consiste en une molécule d'eau centrale et quatre périphérique, l'ensemble affectant la forme d'un tétraèdre;
- L'état liquide (océans, rivières), il y a association de plusieurs molécules par des liaisons particulières dites liaisons hydrogène, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant lié à l'atome d'oxygène de la molécule voisine. Dans l'espace la molécule est tétraédrique. (3)

### I.1.4. Propriétés de l'eau

Parmi les propriétés physico-chimiques de l'eau, certaines concernent, plus spécialement, les changements de l'état et les transferts de chaleur latente de fusion, la chaleur latente de vaporisation, la conductibilité thermique et la viscosité.

L'eau pure possède un certain nombre de propriétés rigoureusement invariables qui en font des critères de pureté :

- La température de vaporisation pendant l'ébullition et la solidification est constante ( $100C^\circ$  à pression atmosphérique normale),
- Une masse volumique égale à  $1g/cm^3$  à  $4^\circ C$ ,
- La distillation de l'eau pure redonne de l'eau absolument identique,
- C'est un fluide dense à température de congélation de  $0^\circ C$  par définition sachant que son maximum de densité se situe à  $4^\circ C$  par 760 mm de mercure est plus légère que l'eau (densité  $d = 0.917$ ),
- Chaleur spécifique de l'eau est très importante,
- L'eau dissout de nombreux gaz et sels, parmi les gaz l'oxygène et le gaz carbonique,
- Les principales substances dissoutes par l'eau sont: les carbonates, les sulfates, les chlorures, alcalin (Na, K) et Alcalino-terreux ( $Ca^+$ ,  $Mg^+$ ).

S-y- ajoutent bien d'autres éléments qui, s'ils ne sont pas grandes quantités, sont d'une grande importance du point de vue écologique, des anions (nitrates, nitrites, sulfates, fluor, arsenic, sulfures, oligoéléments, etc....) (4)



### I.1.5. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un modèle représentant les flux entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou gazeuse, sur terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes souterraines, les glaciers. Le moteur de ce cycle est l'énergie solaire qui, en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges (5)

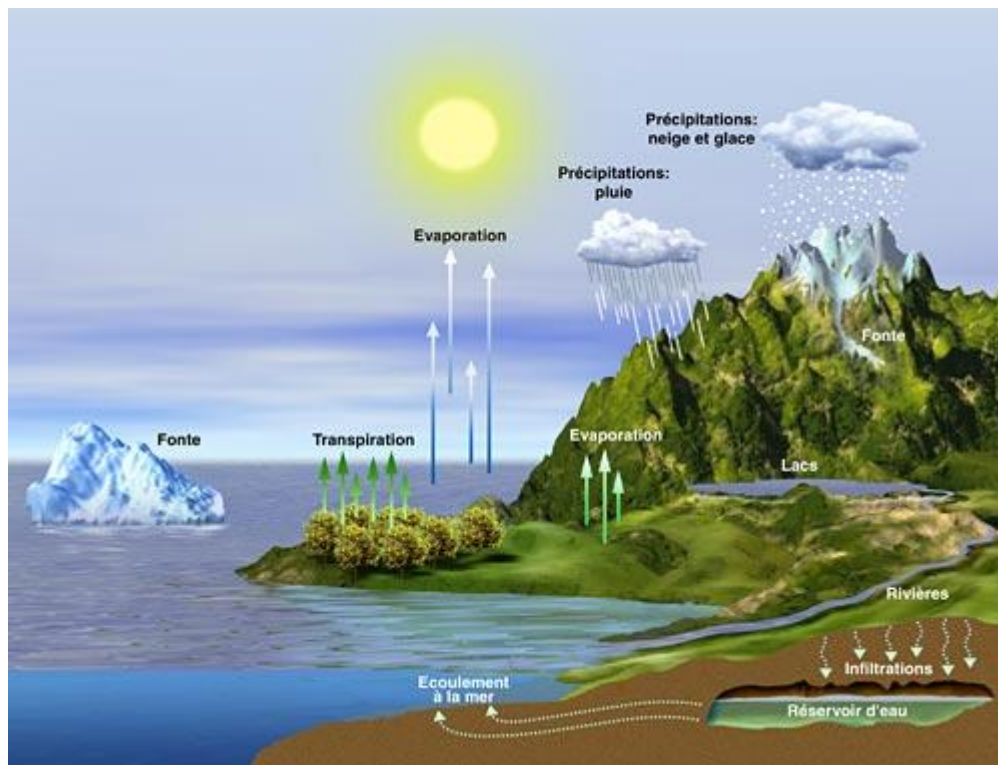


Figure 02: Cycle de l'eau

## I-2- Paramètres de qualité des eaux.

### I-2-1-Paramètres organoleptiques :

#### I-2-1-1-Couleur :

La couleur d'une eau est une propriété optique consistant à modifier la composition spectrale de la lumière visible transmise. La colorisation d'une eau est dite apparente ou vraie.

La couleur apparente d'une eau est due aux substances dissoutes et aux matières en suspension, elle est déterminée dans l'échantillon d'eau d'origine sans filtration, ni centrifugation.

La couleur vraie « réelle » d'une eau est due seulement aux substances dissoutes, elle est déterminée après filtration de l'échantillon d'eau à travers une membrane de 0,15 µm. (6,7).

### **I-2-1-2-Odeur :**

L'odeur d'une eau est due à la présence des substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre SO<sub>2</sub> ou le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S); ou organiques comme les esters, les alcools, les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins bien identifiés, résultant de la décomposition des matières animales ou végétales (algues) ou encore dus à la pollution d'origine urbaine, agricole et industrielle. (6,8,9).

### **I-2-1-3-Saveur :**

Les principales substances qui peuvent donner à l'eau une saveur, désagréable sont : le fer, le manganèse, le chlore actif, le phénol (Tableau n°01), et elle se développe avec l'augmentation de la température (6,9).

**Tableau n°01 :** Différents saveurs et gout de l'eau.. (7).

<b>Nature de la saveur et du goût</b>
Goût métallique
Saveur salée et amère
Pourri
Goût de savon
Saumâtre
Terreuse

## **I-2-2- Paramètres physiques et chimique :**

### **I-2-2-1-Température :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. Celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels minéraux et surtout des gaz.

**I-2-2-2 -pH :**

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés ; les eaux très calcaires ont un pH alcalin et celles provenant des terrains pauvres en calcaires ou siliceux ont un pH proche de 7. (11).

**Tableau n° 02 :** Classification des eaux d'après leur pH. (12).

<b>pH</b>	<b>L'alcalinité ou l'acidité des eaux</b>
pH < 5	Acidité forte présence des minéraux ou matières organiques dans eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

**I-2-2-3- Conductivité électrique :**

La conductivité électrique permet d'apprécier rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau et de suivre son évolution. Elle est liée à la présence des espèces ioniques en solution sa valeur varie en fonction de la température ; elle est donnée à 25°C.

La conductivité électrique s'exprime en millimhos/cm (mmhos/cm) ou en désiemens/m (dS/m). Elle est proportionnelle à la somme des cations ou des anions. (14, 9, 15, 12, 16)

**Tableau n°03** : Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité électrique. (9).

Conductivité	Minéralisation
0 – 100 $\mu\text{S/cm}$	
100 – 200 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation très faible
200 – 333 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation faible
333 – 666 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 – 1 000 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation accentuée
> 1 000 $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation importante

**I-2-2- 4-Turbidité:**

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension à savoir : Argiles, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (8). La classification des eaux en fonction de la turbidité est consignée dans le tableau suivant :

**Tableau n °04** : Classification des eaux en fonction de la turbidité. (8).

Turbidité	Nature de l'eau
NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

**I-2-2- 5-Résidus secs :**

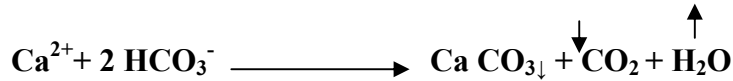
Le résidu sec ; exprimé en (mg/l) ; représente la totalité des sels dissous. Il est obtenu par dessiccation de l'eau à 110°C. Le résidu sec calciné est déterminé par calcination à 180°C. (17,18).

**I-2- 2-6- Dureté :****I-2- 2-6-1-Dureté totale :**

La dureté totale d'une eau indique globalement sa teneur en ions alcalino-terreux ; en particulier l'ion calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ; qui résultent principalement de l'infiltration des eaux de surface à travers les formations rocheuses calcaires et dolomitiques.

**I-2- 2-6-2-Dureté carbonatée (Dureté temporaire) :**

Correspondant à la quantité d'ions alcalino-terreux qui peuvent être associées aux ions hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), qui précipitent lors de la cuisson sous forme de carbonates alcalino-terreux insolubles, ce qui atténue la dureté de l'eau :



La différence entre la dureté totale et la dureté temporaire est appelée dureté permanente. (20).

**I-2- 2-7-Alcalinité :**

L'alcalinité d'une eau est due à la présence des bicarbonates, carbonates et hydroxydes, celles qui renferment des valeurs nulles de TA quand son pH initial est inférieur à 8,3.

Le TAC s'exprime en degré française (°F), ou en milliéquivalent par litre, on déduit que  
1 meq/l = 5 degrés françaises

1 °F = 3,4 mg/l ( $\text{OH}^-$ ), (Hydroxyde)

1 °F = 6,0 mg/l ( $\text{CO}_3$ ), (Carbonates)

1 °F = 12,2 mg/l ( $\text{HCO}_3^-$ ), (Bicarbonates) .(12,15).

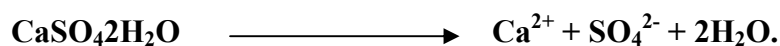
**I-2- 2-8 – Anions:****I-2- 2-8-1- Chlorures :**

Les chlorures provenant essentiellement de la dissolution des sels naturels provoqués par lessivage des formations salifères, ainsi que l'évaporation intense, dans des régions où le niveau piézométrique est proche, de la surface du sol.

La présence des chlorures dans les eaux souterraines peut avoir une origine essentiellement agricole (engrais, pesticides ...etc. ) ; industrielle et urbaine (eaux usées). (15, 21, 13, 16).

**I-2- 2-8 -2- Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) :**

La présence des sulfates dans les eaux souterraines proviennent essentiellement de la dissolution des formations gypseuses selon la relation suivante :



Ou de lessivage des terrains contenant les pyrites ; dont les sulfures entraînés s'oxydent en sulfate à l'air. (14, 22, 13).

**I-2- 2-8 -3- Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :**

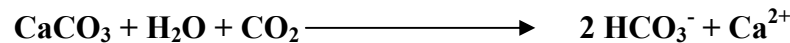
Les nitrates, en faible quantité dans les eaux souterraines proviennent de la nitrification de l'azote organique des sols par les bactéries et de l'oxyde d'azote atmosphérique apporté par la pluie, les teneurs anormalement élevés sont liées aux apports d'engrais chimiques ou organiques et aux rejets des eaux usées ; d'origine domestique et industrielle. (22, 23).

**I-2- 2-8-4-Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :**

Le nitrite ou azote nitreux, représente une forme moins oxygénée et moins stable, elle résulte de passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. (24,25).

**I-2- 2-8 -5-Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

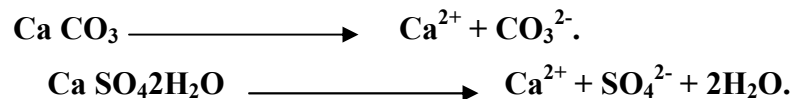
La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique. L'équation de la dissolution est donnée comme suite :



Les bicarbonates n'ont pas un rôle prépondérant direct sur la santé humaine. (26).

**I-2- 2-9-Cations:****I-2- 2-9-1-Calcium (Ca<sup>2+</sup>):**

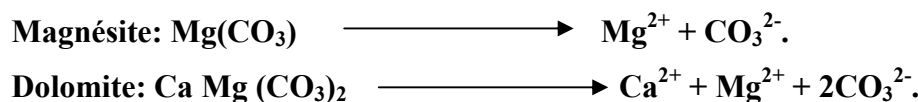
La présence des ions (Ca<sup>2+</sup>) est liés principalement à deux origines naturelles : soit à la dissolution des formations carbonatées (CaCO<sub>3</sub>), soit à la dissolution des formations gypseuses :



Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau ; cette dureté de l'eau est exprimée par le titre hydrotimétrique (TH). Sur le plan de la santé, les eaux dures (à forte teneur en calcium) n'entraînent pas de conséquence. (13,23).

**I-2- 2- 9-2-Magnésium (Mg<sup>2+</sup>) :**

Ses origines sont comparables à celles du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à forte teneur en oxygène (magnésite et dolomite) ; selon l'équation suivante: (13, 23).



**I-2- 2-9-3- Sodium ( $\text{Na}^+$ ) :**

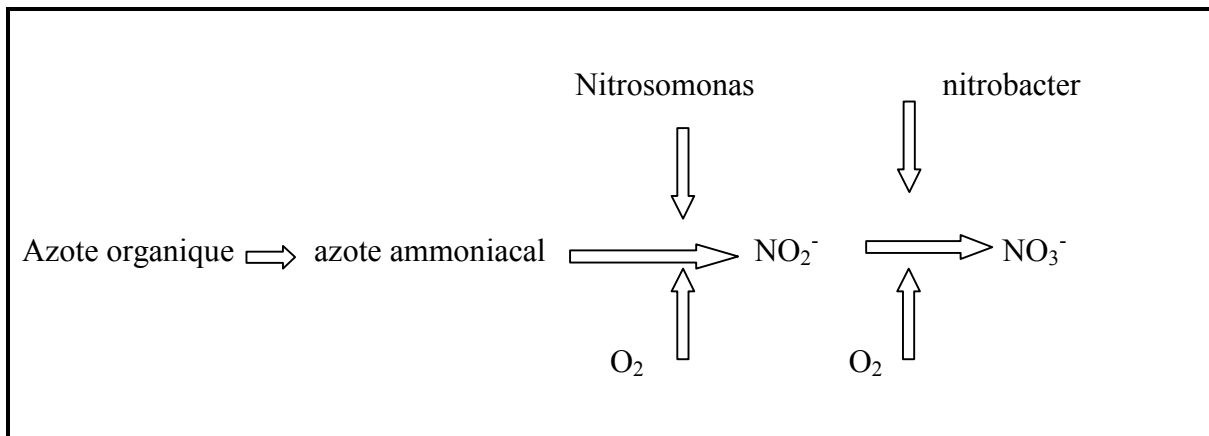
En raison de sa solubilité, le sodium est un élément fréquemment du pH de l'eau. Les ions ( $\text{CO}_3^-$ ) ne sont présents en concentration mesurable que dans les eaux dont le pH est supérieur à 8 ; tandis que les ions ( $\text{HCO}_3^-$ ) constituent la forme la plus abondante sous laquelle on trouve le carbone minéral. D'autre part la présence des  $\text{HCO}_3^-$  est liée à la nature lithologique des terrains traversés. (13, 22, 27, 12).

**I-2-2-9-4-Potassium ( $\text{K}^+$ ) :**

Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schiste), ainsi que les argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques. (12,13).

**I-2- 2-9-5-Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) :**

L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique, sa présence dans l'eau est liée soit aux rejets urbains et industriels. L'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation. (25)



**Figure n°03 :** Oxydation de l'azote ammoniacal. (29).

**I- 3- Normes de la qualité de l'eau potable:**

L'eau est un élément indispensable à la vie et l'état de santé de la population. Elle est liée à la qualité physicochimique et bactériologique qu'elles consomment. L'élaboration des normes de potabilité est basée sur les études scientifiques montrant les effets nocifs sur la santé, des éléments physico-chimiques à partir d'une certaine concentration maximale à ne pas dépasser. Par sécurité la valeur de la norme sera largement inférieure à cette dose, afin d'éviter le développement de pathologie, malgré le dépassement du seuil.

L'organisation mondiale de la santé (O.M.S.) propose des valeurs guides; qui servent de base à l'élaboration des normes. Ces valeurs guides sont spécifiques pour chaque élément.

Les normes sont réparties en cinq groupes :

- Normes des paramètres organoleptiques.
- Normes des paramètres physico-chimiques.
- Normes des substances indésirables.
- Normes des substances toxiques.
- Normes des paramètres microbiologiques. (24).

### **I- 3-1-Normes des paramètres organoleptiques :**

Ces paramètres concernent la couleur, la transparence, la saveur et l'odeur de l'eau. Cependant ces critères n'ont pas de valeur sanitaire directe. Une eau peut être trouble, colorée ou avoir une odeur particulière et néanmoins être consommable. L'eau potable doit répondre à certaines caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques comme l'indique les tableaux (29 ;30 et 31). (32 , 33).

### **I -3- 2-Normes des paramètres physico-chimiques :**

Les paramètres physico-chimiques permettant de définir les normes de potabilité des eaux qui sont : le pH, la conductivité électrique, turbidité, concentration en sulfates, chlorures, etc. C'est différentes normes sont consignées dans le tableau n°05.



**Tableau n°05** : Normes des paramètres physico-chimiques. (33, 34, 13).

Paramètres	unités	Normes de l'Union Européenne		Normes d'O.M.S	Normes de Suisse	Normes Française	Normes d'U.S.A
		NG	CMA	CMA	CMA	CMA	CMA
Température	°C	12	25	25	8-15	25	-
pH		6,5-8,5	9,5	6,5-9	6,8-8,2	6,5 -9	6,5- 8,5
Conductivité électrique	µS/cm	-	-	-	200-800	180-1000 à 20°C 200-1100 à 25°C	-
Chlorure	mg/l	-	200	200	< 20	200	250
Sulfates	mg/l	-	250	250	< 50	250	250
Magnésium	mg/l	30	50	50	-	50	-
Calcium	mg/l	-	-	120	-	-	-
Sodium	mg/l	20	150	150	< 20	200	-
Aluminium	mg/l	0,05	0,2	12	< 0.05	12	0,2
Potassium	mg/l	10	12	12	<5	12	-
Résidus sec	mg/l	-	1500	1500	-	-	-

**NG** : Niveau Guide.

**CMA** : Concentration Maximale Admissible.

### **I-3-3-Normes des substances indésirables :**

Les substances indésirables sont des substances dont sa présence est tolérée en faible concentration exigée par une réglementation. Parmi ces substances, on peut trouver des éléments qui ne causent que des désagréments pour l'utilisateur ; mais d'autres peuvent avoir une incidence sur la santé. (34).

**Tableau n° 06:** Normes des substances indésirables. (32, 33,08).

paramètres	unités	Normes de						
		U. Européenne		OMS	Suisse		France	USA
		NG	CMA	CMA	NG	CMA	CMA	CMA
Ammonium	mg/l	0,05	0.5	0.5	<0.05	0.1-0,5	0,1	-
Argent	µg/l	-	10	10	-	0.1	-	0.1
Cuivre soluble	mg/l	-	1	1	<0.005 (source)	1.5	2	1.3
Fer soluble	mg/l	50	0,2	0,2	<0.05 (dissous)	0.3 (total)	0,2	0.3
Fluorures	mg/l	-	1,5	-	<0.5	1.5	1,5	-
Manganèse	mg/l	200	0.05	0.05	<0.02 (dissous)	0.05 (total)	0.05	0.05
Nitrates	mg/l	25	50	50	<25	40	50	45
Nitrites	mg/l	-	0.1	0.1	<0.01	0.1	0.1	3
Oxydabilité (O2 au d'O2	mg/l	-	5	-	< 3	-	5	-
Zinc	mg/l	-	5	5	<0.01 (source)	5	5	5

**I- 3-4-Normes des substances toxiques :**

Les normes fixées sont sensiblement inférieures aux seuils considérés comme acceptables en toxicologie, c'est pourquoi les teneurs tolérées sont extrêmement faibles. Ces paramètres concernent le plomb et le chrome entre autres. (32, 33).

**Tableau n° 07** : Normes des substances toxiques. (32, 33, 08).

paramètres	unités	Normes de				
		Union Européenne	OMS	SUISSE	France	USA
		CMA	CMA	CMA	CMA	CMA
Arsenic	µg/l	50	50	< 2	10	50
Cadmium	µg/l	5	5	< 0.5	5	5
Chrome soluble	µg/l	50	50	< 1	50	100
Cyanures	µg/l	50	50		50	200
Mercure	µg/l	1	1	< 0.1	1	2
Nickel	µg/l	50	50	-	20	-
Phosphore	mg/l	5	5	-	-	-
Plomb	µg/l	50	50	< 0.001	10	15

**I- 4- Effets de la présence des sels minéraux dans l'eau potable:****I- 4- 1-Nitrates et Nitrites (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :**

Les composés azotés les plus nocifs sont les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Une forte concentration en nitrite indique une pollution bactériologique, par suite de l'oxydation de l'ammoniaque. D'autre part, ces composés provoquent des troubles graves chez les nourrissons, par dégradation de l'hémoglobine du sang et production de méthémoglobine toxique. Ils peuvent provoquer l'hypertension et sont des précurseurs de nitrosamines cancérigènes. (35, 34, 24).

**I- 4- 2- Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>):**

Les eaux souterraines contiennent pratiquement toujours des sulfates, en proportion très variables. Ces ions sont les moins toxiques, toutefois les fortes concentrations provoquent des troubles gastro-intestinaux ; elles peuvent donner un goût désagréable à l'eau et créer des dépôts tenaces dans les chaudières. (25).

**I-4- 3-Chlorures (Cl<sup>-</sup>) :**

La présence des chlorures en concentration élevée, affecte le goût de l'eau et accélère la corrosion des métaux dans les réseaux en fonction de l'alcalinité de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau. (36, 26).

**I-4- 4-Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) :**

Les bicarbonates n'ont pas de rôle prépondérant direct sur la santé humaine. Ils ont par contre, un rôle par les cations auxquels ils sont liés (sodium, calcium) ce qui donne un goût souvent salé. Leur absorption entraîne une alcalinisation des urines. (26,37).

**I- 4- 5-Fluor ( $\text{F}^-$ ) :**

Le fluor est un ion apprécié par les dentistes puisque par son action, il est incorporé dans l'émail des dents lors de la phase de minéralisation. Il a surtout une action topique provoquant une reminéralisations des dents évoluées et inhibant le métabolisme des bactéries cariogènes. Le fluor est naturellement présent dans un certain nombre d'aliments (thé, poisson...). Par ailleurs actuellement en France, plus de 80% des nourrissons ont un excès de fluor, qui est responsable de fluorose dentaire chez l'enfant entraînant une hypo minéralisation de l'émail. Chez l'adulte ils peuvent être responsables de fluorose osseuse avec ostéosclérose (douleurs osseuses, déformations...) lorsque l'apport quotidien est supérieur à 8 mg/jour. (38 ;39).

**I- 4- 6-Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ):**

Le calcium est responsable de la dureté de l'eau. Cette dureté est exprimée par le titre hydrotimétrique (TH) en degré français ( $1^\circ\text{F} = 4 \text{ mg/l}$  de calcium).

Sur le plan de la santé, les eaux dures n'entraînent pas de conséquences, par contre elles provoquent l'entartrage des canalisations et des chaudières, ce qui nécessite d'utiliser plus de savon lors de lavages. (13 , 19).

**I- 4- 7-Sodium ( $\text{Na}^+$ ) :**

C'est un élément vital pour des fonctions essentielles de notre organisme, mais il est susceptible d'entraîner des problèmes cardiaques ou rénaux. (26,40).

**I- 4-8- Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) :**

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé humaine, mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe. Il doit être éliminé

dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution (35, 41, 25, 42).

# Chapitre 02

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

## II: Présentation de la zone d'étude :

### II.1 : Situation Géographique :

La ville d'Ain Oussera est la seconde plus grande ville de la wilaya de DJELFA. Située sur l'atlas saharien. Ain Oussera est une des daïra de la wilaya de DJELFA à 200 Kms au sud d'Alger, (43)

Elle est limité au ;

- ❖ Nord par la wilaya de MEDEA
- ❖ Nord Est par la commune de BENHAR
- ❖ Sud Est par la commune de BOUIRET LAHDEB
- ❖ Nord Ouest par la commune D'ELKHMIS
- ❖ Sud Ouest par la commune de GERNINI

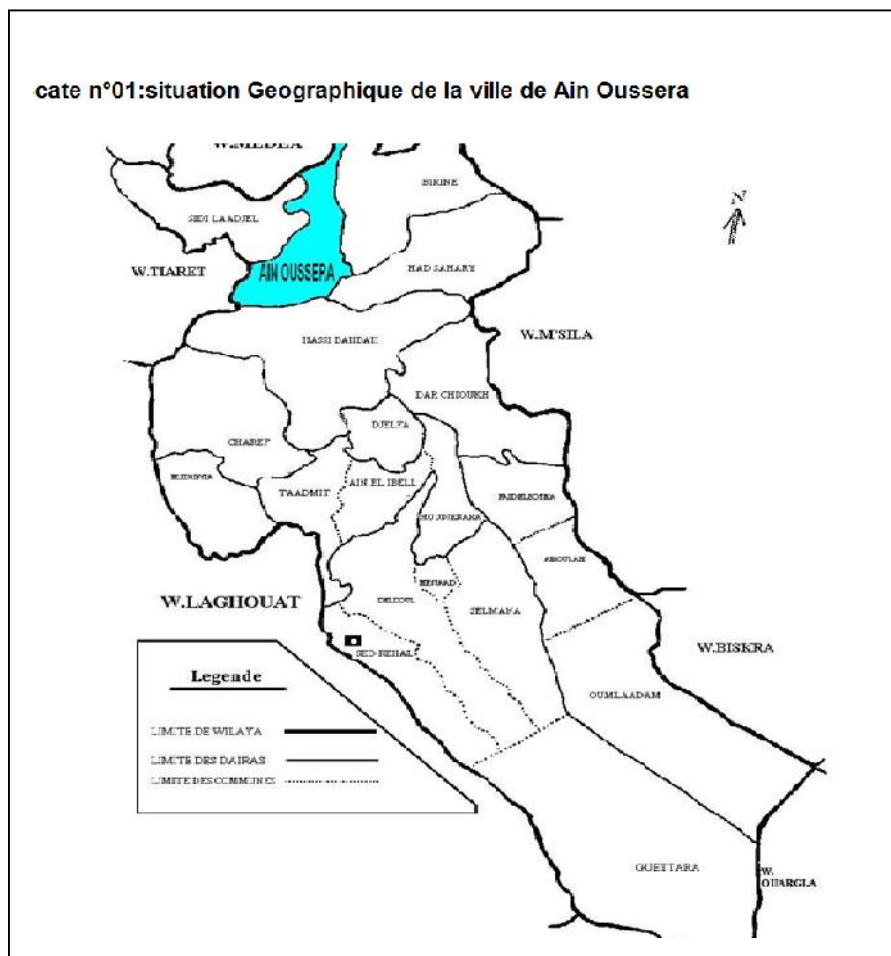


Figure n°04 : Plan de situation de la commune d'AIN-OUSSERA(44)

### **II.1.1 : Aperçu géologique :**

La reconnaissance géologique du site nous permettra de prendre les dispositions indispensables à la réalisation des tranchées, ainsi que le choix des engins de terrassement à utiliser.

La région est caractérisée par les formations géologiques suivantes de la plus ancienne à la plus récente selon l'échelle des ères géologique

#### **II.1.1.1 : Dépôts Continentaux :**

- ✓ Alluvions Modernes
- ✓ Dunes
- ✓ Daya Temporaire
- ✓ Croûte Calcaire
- ✓ Calcaires Lacustres à Gastéropodes

#### **II.1.1.2: Coniacien c4 :**

Environ 100 mètres, visibles de calcaires jaunâtre légèrement marneux, souvent biolithiques et oolithique admettent quelques niveaux marneux.

#### **II.1.1.3 : Aptien n 5-6 :**

Au sein d'une série détritique à nette influences continentales apparaissent épisodiquement des calcaires et notamment les calcaires à Orbitholine 200 m

#### **II.1.1.4 : Hauteriviens - Barrémien n 3-4 :**

Grès en gros bancs souvent silicifiés admettent surtout la partie inférieure des bancs de dolomies et d'argile gréseuse, l'épaisseur n'est pas mesurable. On peut l'estimer à 500 mètres.

#### **II.1.1.5 : Hauterivien à Albien Indifférenciés :**

Lorsque la continuité stratigraphique avec les niveaux carbonatés du Cénomaniens ou de l'Aptien n'existe pas, les affleurements i sont trop discontinus pour permettre de distinguer grès Albiens de ceux appartenant à l'Hauterivien-Barré car leur faciès trop semblables ne permet pas de les différencier (43)



### II.1.2 : Tectonique :

Le territoire de la feuille d'AIN-OUSSERA est occupé en presque totalité par la zone anticlinale KHRATOUA-DOGHMAANE, seule la région la plus méridionale constitue le flanc Nord d'un autre anticlinal, celui de CEDRAIA.

La zone anticlinale KHRATOUA-DOGHMAANE : c'est une vaste zone anticlinale où l'on peut distinguer les différents éléments suivants :

- 1- l'axe de la zone anticlinale, peu visible sur le terrain, de la zone anticlinale se déduit surtout de la direction p des pendages dirigés du Nord 45° Est à Nord 55° Est.
- 2- Le dispositif périclinal oriental : Mis en évidence par les bancs de dolomie de l'Hauterivien.
- 3- Le flanc Sud de la zone anticlinale caractérisé par une in tante flexure.
- 4- Le flanc Sud de la zone anticlinale, contrairement au fla il est difficile d'observer le flanc Sud de la zone anticlinale KHARTOUA-DOGHMAANE.

### II.1.3 : La séismicité :

L'ALGERIE a tout le temps été soumise à une activité sismique intense avec comme résultats des pertes humaines et matérielles importantes dommageables non seulement aux individualités et collectivités locales, mais également au pays soit entier dont elle peut obérer le développement pour un certain nombre d'années à l'instar du séisme de 10 Octobre 1980 de Chleff et aussi le cas de Boumerdes en 2003.

Donc pour pouvoir résister à ce phénomène, on doit construire des ouvrages de telle sorte à leur fournir un degré de protection tolérable en répondant aux règles parasismiques algériennes.(43)

L'activité sismique est due principalement à la nature géologique de la région magrébine et à ses caractéristiques tectoniques à la frontière de la plaque africaine et eurasiennne, en mouvement compressif permanent (tectonique des plaques).

Pour pouvoir réduire les pertes induites par ce cataclysme, on doit en premier lieu quantifier le danger ou dégât en identifiant les sources sismique (failles actives, charriage...) et évaluer les niveaux de secousses (intensité, magnitude, accélération) dans la région épiscoptrale, puis évaluer le niveau de vulnérabilité (taux de perte...) de la population exposée au risque (individus, ouvrage, bien économique et sociaux ...).

Les classifications établis ci-dessous sont indépendantes du choix du système constructif et concernent les zones sismiques les groupes d'usages et les sols.

En fonction de l'intensité sismique, l'Algérie est découpée en zones sismiques (voir fig. N°2).

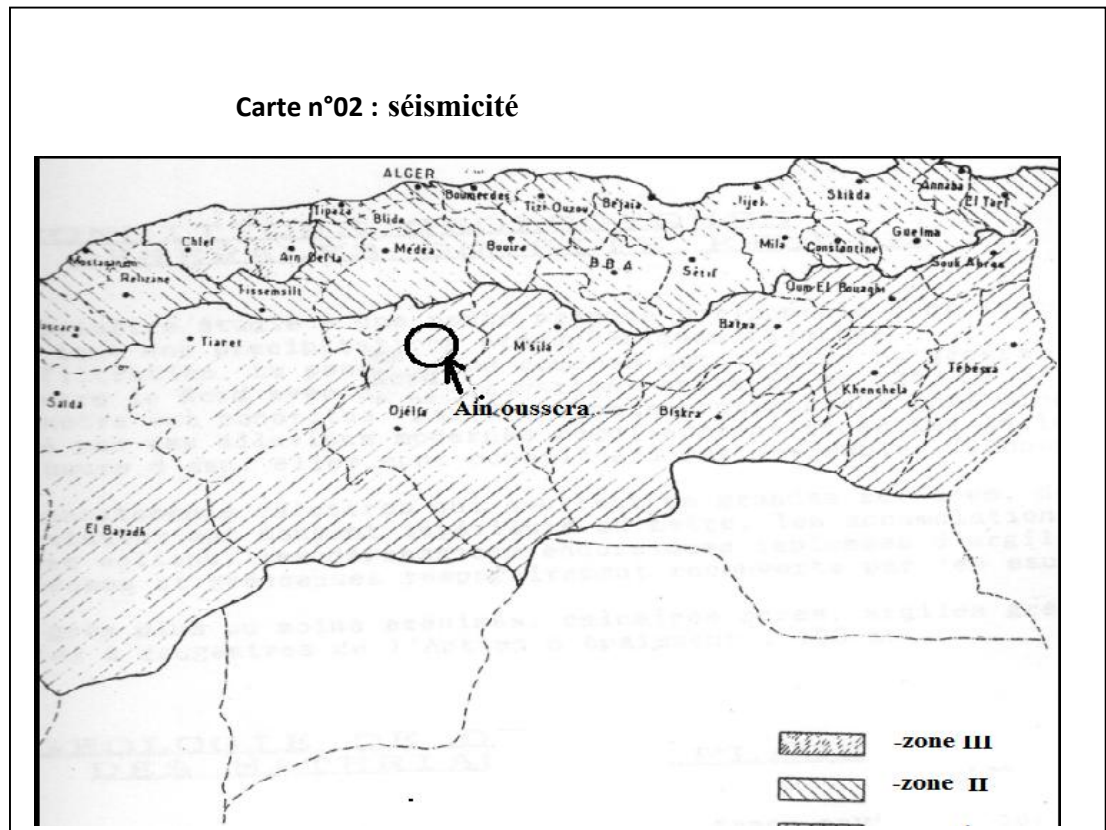
Zone 0 : Séismicité négligeable.

Zone I : Séismicité faible

Zone II : Séismicité moyenne

Zone III : Séismicité forte

Dans le cas de la ville d'Ain Oussera (zone d'étude) la Séismicité est faible [Zone I].



**Figure n°05 : Carte de séismicité de Ain Oussera**

### **II.1.4: Climatologie :**

Ain Oussera jouit d'un climat continental, froid et assez humide en hiver, très chaud et sec en été. La saison du printemps y est très courte. Le niveau des précipitations est très capricieux, si bien qu'elle peut varier du simple au double d'une année à l'autre. Les tempêtes de sable y sont courantes, notamment en été.

Trois aspects liés à l'environnement sont à relever au niveau du site à savoir le passage de l'oued à l'Ouest du site, l'élevage à l'intérieur des constructions et le rejet non contrôlé des ordures. Ces aspects peuvent porter atteinte à la santé de la population du site.

### **II.1.5: La température :**

L'élément température pour l'agglomération d'Ain Oussera est jugé déterminant dans le choix :

- ✚ De l'organisation urbaine (création des zones d'ombre et des espaces verts pour générer des micros climats à l'intérieur des îlots d'habitations).
- ✚ Des matériaux de construction à utiliser.
- ✚ D'une manière générale la région est caractérisée par deux saisons contrastées de point de vue température
- ✚ Un été chaud où la température est très importante.
- ✚ Un hiver froid qui connaît une chute de température avec formation de la gelée blanche

La température est marquée par des grands écarts dans ses valeurs saisonnières et même journalières.

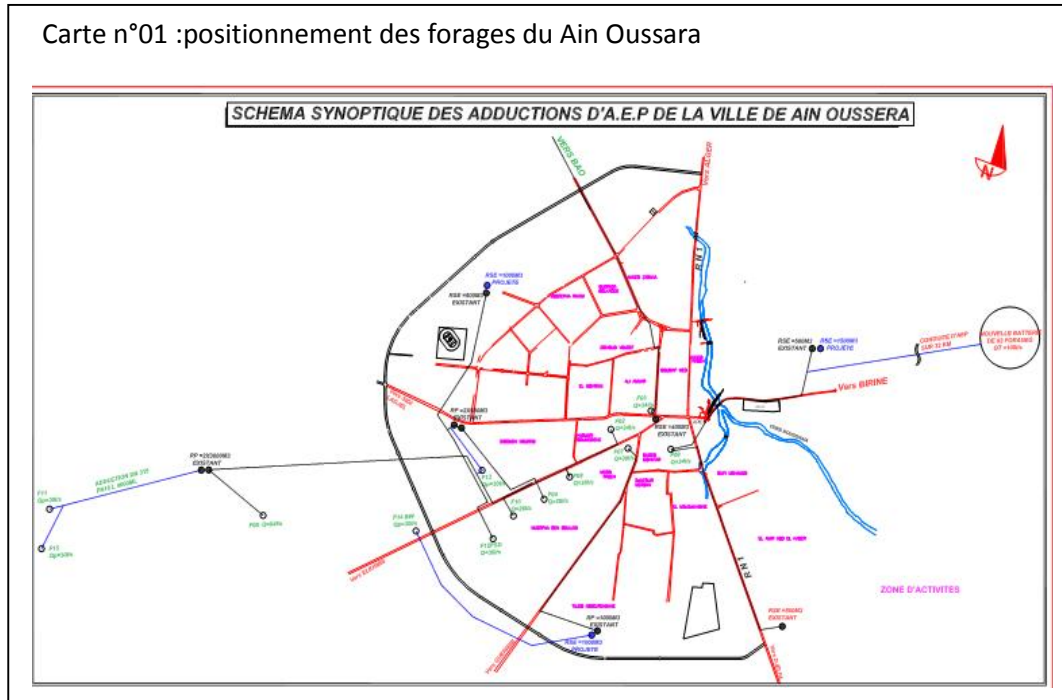
## **II.2 : les sources d'alimentation en eau potable :**

Au niveau de l'agglomération chef lieu de Ain Oussera ,existe 16 forages (F2 ,F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12,F13,F14,F15)qui produisent un débit totale de 445 lis.

**Tableau n°8** :Fiche technique sur la situation des forages a travers la ville de Ain Oussara(45)

N°	Nom de forage	Date de réalisation	La profondeur (m)	Le Débit exploité (l/s)	HMT (m)	Cote de calage(m)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Volume produit (m <sup>3</sup> /j)
01	F2	2010	250	25	100	56	34	70	2592
02	F3	1973	200	30	90	60	34	75	2592
03	F4	1979	200	30	100	37	12	24	2160
04	F5	1979	180	6(citernage)	100		24	50	
05	F6	1986	200	25	70	24			
06	F7	1992	250	25	110	76	42	56	2160
07	F8	1993	250	20	100	56	25	30	1728
08	F9	1996	200	34	100	54	40	60	2160
09	F10	1996	200	22	120	54	34	45	1728
10	F11	2013	250	30	102	72	22		
11	F12	2013	250	30	102	72	20	40	2592
12	F13	1/9/2014	250	30	102	72	20	42	2592
13	F14	1/9/2014	250	30	102	72	25	42	2160
14	F15	1/9/2014	250	30	102	72	25	40	2592

Le réseau des forages de la ville d' Ain Oussara se présente comme dans le schéma suivant :



Figures n°06 : positionnement des forages d'Ain Oussara(43)

### II.3 : le réseau de distribution :

L'agglomération chef lieu d'AIN OUSSERA est dotée d'un réseau de distribution de type maillé alimenté simultanément par cinq 05 réservoirs. La longueur totale du réseau d'alimentation en eau potable est plus 137 km, il est constitué par des conduites en amiante ciment et acier, dont les diamètres varient entre  $D=80$  et  $D=600$  mm.

L'Etat général de réseau est moyen est couvre la totalité de la zone urbaine en matière d'alimentation ; le taux de raccordement est de 95 %.

Au niveau du site d'étude, l'alimentation en eau potable se fait à partir du réservoir R05

(500 m<sup>3</sup>), situé a l'Est du périmètre d'étude ; le réseau de distribution est de type maillé dont le diamètre variant entre  $D=50$  et  $D=250$  mm.(43)

#### II.3.1: le réseau d'Assainissement:

Le réseau d'assainissement de l'agglomération d'AIN OUSSERA est de type unitaire, composé de plusieurs collecteurs.

Les diamètres varient entre  $D=200$  et  $D=1200$ mm, il couvre 95% de l'agglomération et présente des pentes de 2 % a 12%.

La Partie Nord de l'agglomération est desservie par un réseau dont les diamètres varient entre D=300 et D=800 mm, relié sur la périphérie Ouest par le biais d'un collecteur principal de 1000 mm, et un autre de type ovoïde (1000 mm) avec la partie Est.

La partie Sud de l'agglomération est couverte par un réseau de diamètre variant entre (300 à 1000) mm, raccordé à un collecteur principal de D=1200 mm.

Quant aux réseaux des 3 quartiers périphériques sont reliés à un collecteur de diamètre D=600 mm en parallèle à l'Oued et le tout est raccordé au réseau principal de la ville.

Les deux collecteurs de diamètre de (1000 à 1200) mm et le collecteur ovoïde de diamètre de D=1200 mm se rejoignent au Nord de l'agglomération au niveau de déversoir d'orage vers un émissaire de diamètre de 1200 mm.

Actuellement, les rejets se font à l'air libre dans L'OUED BOUCEDRAIA, sachant qu'une étude concernant la mise en place d'une station d'épuration a été approuvée (Bureau d'étude Hydro projet centre). Cette station est située au Nord de l'agglomération, sa capacité est équivalente à un nombre de 191 000 équivalent habitants. Ces caractéristiques sont comme suit :

-Débit moyen 28 650 m<sup>3</sup>/j ;

-Débit max temps sec 1957,75 m<sup>3</sup>/j ; Débit max temps des pluies 3918,5 m<sup>3</sup>/j.

Le procédé d'épuration est de type biologique à boues activées à faible charge permettant la nitrification de l'affluent vue la présence de l'azote en excès. (43)

**PARTIE EXPERIMENTALE**

**PARTIE EXPERIMENTALE**

# Chapitre 01

**MATERIELS ET METHODES**



## **I .Matériel et Méthodes :**

Notre étude expérimentale est basée sur l'étude de la qualité des eaux potables souterraines (deux forages) de la région d'Ain Oussera.

Les analyses physico-chimiques des échantillons prélevés, ont été réalisées au niveau du laboratoire des analyses des eaux de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E), unité de laboratoire Djelfa, et ont portées essentiellement sur les dosages des éléments majeurs à savoir : le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) et les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ). Ainsi que les analyses des sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), et l'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ ).

### **I-1.Echantillonnage :**

Le présent travail a concerné deux forages de la région de Ain Oussera, il s'agit de :F3 et F12.sur le réseaux des forages (annexe 3).

Au cours de notre étude, nous avons choisi pour chaque échantillon quelque paramètre Les prélèvements d'eau ont été effectués manuellement. En utilisant des flacons, en polyéthylène de 2 litres propres et nettoyées. Avant chaque prélèvement, les flacons sont rincés avec de l'eau prélevée et agiter avant chaque prélèvement

### **I-2.Matériel :**

- Spectrophotomètre.
- Conductimètre
- pH mètre.
- Agitateur magnétique.
- Barreau magnétique
- fioles jaugées de 50 ml
- fioles jaugées de 100 ml
- bécher de 50 ml
- erlenmeyers
- baguette et papier hygiénique.

**I -3Méthodes d'analyses :****I -3-1.Analyse des cations :****I -3-1-1Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) :****I -3-1-1-1Principe :**

Un dosage spectrophotométrique, est réalisé après l'ajout des salicylate de sodium et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium, qui se réagit avec les ions ammonium pour former un composé de couleur bleu.(Mesure spectrométrique à environ 655nm)

**I -3-1-1-2Réactifs:**

Réactif I : - Acide dichloroisocyanurique ..... 2 g.  
- Hydroxide de sodium ( NaOH )..... 32 g.  
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

Réactif II (coloré) :

- Trictrate de sodium ..... 130 g.  
- Salicylate de sodium ..... 130 g.  
- Nitropruciate de sodium ..... 0.97 g.  
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml

**I -3-1-1-3Courbe d'étalonnage :**

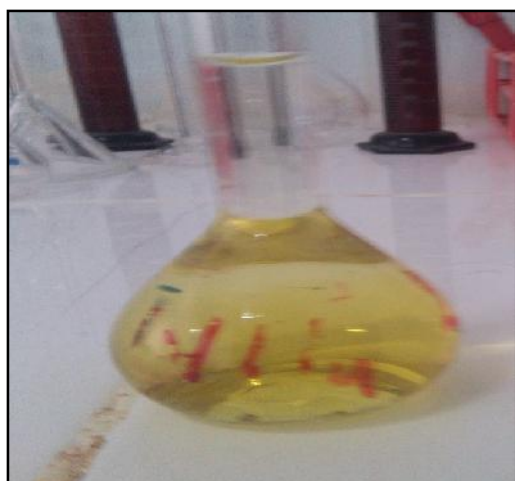
Dans une série de fioles jaugées de 50 ml numérotées, introduire successivement en agitant après chaque addition :

**Tableau n°9 : les normes d'étalonnage de (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

§ fille 1 mg/l	0	1	2.5	5	25	40
Eau distillée (ml)	50	49	47.5	45	25	10
Réactif I (ml)	4	4	4	4	4	4
Réactif II (coloré) (ml)	4	4	4	4	4	4
Attendre 1 h.30						
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] en mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.5	0.8

**I -3-1-1-4 Mode opératoire :**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h. 30min



**Figure n° 07 :** Photo des réactifs dans une fiole jaugée



**Figure n°08:** photo de Spectrophotomètre (ODOSSEY)

**I -3-1-1-5 Expression des résultats :**

\* L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de :  $\text{NH}_4^+$

Effectuer la lecture à 655 nm.

\*Le résultat est donné directement en mg/l. (voir tableau 14)

**I -3-1-2-Détermination du Calcium (  $\text{Ca}^{2+}$  ) :****I -3-1-2-1 Principe:**

Le dosage de calcium est effectué par une méthode titrimétrique par l'E.D.T.A. Ce dosage se fait en présence de **Murexide**. L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions de calcium combinés avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

**I -3-1-2-2 Réactifs:**

- Solution d'EDTA 0.02N (0.01 M) :

Dissoudre 3.721 g de sel disodique de l'acide éthylène-diamine tétracétique (cristallisé  $2\text{H}_2\text{O}$ ) dans un litre d'eau distillée.

1mL d'EDTA 0.02N correspond à 0.4008 mg de calcium, soit 1 mg de carbonate de calcium.

A conserver dans des flacons en polyéthylène.

-Solution d'hydroxyde de sodium NaOH (2N)

NaOH (pastilles).....80g.

H<sub>2</sub>O distillée.....q.s.p.1000ml.

- Indicateur : Murexide.

**I -3-1-2-3 Mode opératoire :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.

- Ajouter du Murexide. Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).



**Figure n°09** :photo de la coloration finale (violet)



**Figure n°10** : photo de titrages de  $(Ca^{2+})$

### I -3-1-2-4 Expression des résultats

La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante :(voir le résultat tableau14)

$$[Ca^{2+}] = \frac{V_1 * C_{EDTA} * F * M_{Ca^{2+}}}{P.E} * 1000$$

$$[Ca^{2+}] = V_1 * 8$$

$V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

$C$  : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l ).

$M_{Ca^{2+}}$  : Masse molaire du calcium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

$F$  : Facteur

### **I -3-1-3 Détermination du magnésium ( $Mg^{2+}$ ):**

#### **I -3-1-3-1 Principe :**

Le principe est le même que pour la mesure de la dureté calcique, mais l'utilisation d'indicateur de **Noir Eriochrome** permet de doser simultanément ; et sur un même échantillon, le calcium et le magnésium

#### **I- 3-1-3-2 Réactifs :**

- Solution d'**EDTA** 0.02N (0.01 M).

Dissoudre 3.721 g de sel disodique de l'acide éthylène-diamine tétracétique (cristallisé  $2H_2O$ ) dans un litre d'eau permutée.

1mL d'EDTA (0.02 N) correspond respectivement à (0.4008 mg) de calcium, (1 mg) de carbonate de calcium et (0.243 mg) de magnésium.

-Solution tampon (pH = 10,1) :

Dissoudre 16,9g de chlorure d'ammonium ( **$NH_4Cl$** ) dans 143 ml de  **$NH_4OH$**  concentré. Ajouter en suite 1,179 g d'**E.D.T.A** et 0,780 g de sulfate de magnésium ( **$Mg SO_4 7H_2O$** ) ou (0,644 g de  **$Mg Cl_2 6H_2O$** ) dans 50 ml d'eau distillée. Eviter soigneusement tout excès soit de Mg , soit d'**E.D.T.A**.

- Ajouter la deuxième solution à la première. Bien mélanger, Diluer ensuite tout à 250 ml. Cette solution est stable environ un mois.

- Indicateur de **Noir Eriochrome**.

- Solution d'hydroxyde de sodium 1N.

- Acide chlorhydrique 1N.

#### **I -3-1-3-3 Mode opératoire :**

Ajouter à l'échantillon à analyser 2 ml de solution d'hydroxyde de sodium puis verser la quantité nécessaire de solution d'**EDTA** pour obtenir le virage au violet.

Noter cette quantité ( **$V_1$** ). Ajouter 3.2 ml d'acide chlorhydrique 1N et agiter durant 1 minute jusqu'à la dissolution totale du précipité magnésien.

Verser 4 ml de solution tampon et 1 goutte de solution de **Noir Eriochrome**.

Bien mélanger. Introduire la quantité de la solution d'**EDTA** nécessaire au virage au bleu ( **$V_2$** ).



**Figure n°11** : photo de titrages de  $Mg^{2+}$



**Figure n°12** : photo de la coloration finale (bleu)

### I -3-1-3-4 Expression des résultats :

La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante:

(Voir le résultat tableau 14)

$$[Mg^{2+}] = \frac{(V_2 - V_1) * C_{EDTA} * F * M_{Mg^{2+}}}{P.E} * 1000$$

$$mg/lMg^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3}{50} * 1000$$

Donc :

$$[Mg^{2+}] mg/l = (V_2 - V_1) * F * 4$$

$V_2$ : Volume total d'E.D.T.A

$V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

$C$  : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l ).

$M_{Mg^{2+}}$ : Masse molaire du Magnésium en g.

$P.E$  : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

$F$  : Facteur

**I -3-2Analyse des anions :****I -3-2-1Détermination des phosphates (  $\text{PO}_4^{3-}$  )****I -3-2-1-1Principe :**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

**I -3-2-1-2Réactifs :**Réactif Mixte:

A : -Heptamolybdate d'ammonium ..... 13 g.

- Eau distillée ..... 100 ml.

B : -Tartrate d'antimoine ..... 0.35 g.

-Eau distillée..... 100 ml.

C :-Acide sulfurique pur ..... 150 ml ©

( A + B ) + C            500 ml d'eau distillée

Acide ascorbique à 10 %:

Acide ascorbique.....10g.

Eau distillée .....100ml.

Solution mère à 50 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$  : Solution fille à 2 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$



**I -3-2-1-3 Courbe d'étalonnage\_:****Tableau n°10 : les normes d'étalonnage de ( PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> )**

N° Fiole	0	1	2	3	4	5
§ fille à 25 mg/l P	0	0.3 ml	0.6	1.2	2.4	4.8
qsp 40 ml eau distillée	40	40 ml	40	40	40	40
[c] P	0.0	0.015	0.03	0.06	0.120	0.240
[c] en PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.0	0.0459	0.0918	0.1836	0.3672	0.7340
Acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1	1
Réactif mélangé (ml)	2	2	2	2	2	2
Attendre 10 mn.						

**I-3-2-1-4 Mode opératoire :**

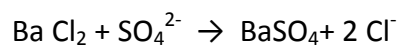
- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.

**I -3-2-1-5 Expression des résultats\_:**

- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l.(voir tableau 15)

**I -3-2-2 Détermination des Sulfates ( SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> )****I -3-2-2-1 Principe :**

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum, en présence de Ba Cl<sub>2</sub>.



**I -3-2-2-Réactifs :**

-solution mère de sulfate à 1g/l a partir de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  :

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ .....1,479g.

Eau distillée.....1000ml.

-Solution stabilisante :

Acide chlorhydrique.....60ml.

Ethanol .....200ml.

Chlorure de sodium.....150g.

Glycérol.....100ml.

Eau distillée.....q.s.p.1000ml.

-Solution de chlorure de baryum :

Chlorure de baryum....150g.

Acide chlorhydrique.....5ml.

Eau distillée.....q.s.q.1000ml.

**I -3-2-2-3 Courbe d'étalonnage :**

Dans une série des fioles jaugées de 100 ml. Introduire successivement :

**Tableau n°11 : les normes d'étalonnage de ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

N° de fioles	0	1	2	3	4	5	6	7
Volume Solution mère à 1g/l (ml)	0	1	2	3	4	5	6	7
Volume d'eau distillée (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100
Volume Solution stabilisante (ml)	5	5	5	5	5	5	5	5
Volume chlorure de baryum (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2
Agitation 1 minute								
Correspondance en mg/l de sulfates.( $\text{SO}_4^{2-}$ )	0	10	20	30	40	50	60	70

-Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de **420 nm**.

**I -3-2-2-4 Mode opératoire :**

Dans une fioles jaugées de 100 ml, introduire 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100ml d'eau distillée. Ajouter 2 ml de chlorure de barium et 5 ml de Solution stabilisante

**I -3-2-2-5 Expression des résultats :**

Après 2 min d'agitation utiliser le UV-Visible , exprimée en mg/l.(voir tableau 15 )

**I -3-2-3 Détermination de l'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ ) :****I -3-2-3-1 Principe :**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser , aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

**I -3-2-3-2 Réactifs\_:**

\* Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :

\* Solution d'HCl à 0,1 N :

- HCl à 1 N ..... 100 ml.

- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000ml.

**I -3-2-3-3 Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser,
- ajouter 2 goutte méthylorange
- Titrer avec HCl à 0,01 N jusqu'à coloration orange.



**Figure n°13:** photo de titrages de  $(\text{HCO}_3^-)$  en début



**Figure n°14 :** photo de titrages de  $(\text{HCO}_3^-)$  (la coloration devient orange)

### I -3-2-3-4 Expression des résultats

- $V = \text{THC}$  (v : Volume d'acide versé.)
- $[\text{HCO}_3^-] = \text{THC} * 12.2$  (voir tableau 15)

### I -3-2-4 Détermination de $(\text{CO}_3^{2-})$ :

On a:  $\text{pH} < 8.8 \longleftrightarrow [\text{CO}_3^{2-}] = 0$

### I -3-2-5 Détermination des Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :

#### I -3-2-5-1 Principe:

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediaminedichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

**I-3-2-5-2 Réactifs:**

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide .....40 g.
- Acide phosphorique ..... 100 ml.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine ..... 2 g.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

**I-3-2-5-3 Courbe d'étalonnage :**

Dans une série des fioles jaugées de 50 ml. Introduire successivement :

**Tableau n°12:** les normes d'étalonnage de (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

\$ fille 1 mg/l	0	1	2	5	20	40
Eau distillée (ml)	50	49	48	45	30	10
Réactif Mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10 mn						
[NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ] en mg/l	0	0.02	0.04	0.1	0.4	0.8

**I-3-2-5-4 Mode opératoire :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

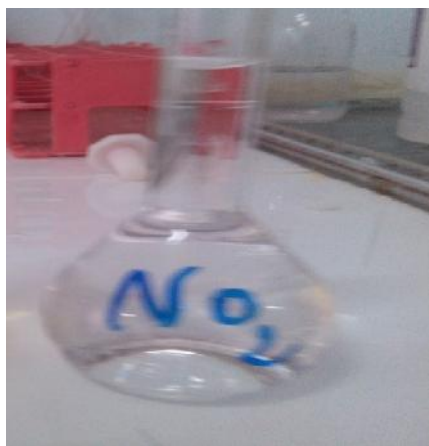


Figure n°15: photo des réactifs dans une fiole jaugée

### I -3-2-5-5 Expression des résultats :

\* L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ .

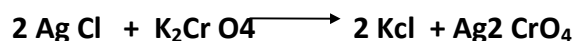
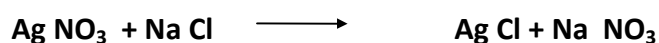
Effectuer la lecture à 543 nm.

\*Le résultat est donné directement en mg/l. (voir tableau 15)

### I -3-2-6 Détermination des chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

#### I -3-2-6-1 Principe :

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.



**I -3-2-6-2 Réactifs :**

Solution de nitrate d'argent à 0,01 N:

1,6987 g d'  $\text{AgNO}_3 \rightarrow 1000 \text{ ml}$  d'eau distillée

Indicateur coloré  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  à 10 %:

10 g de  $\text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Q.S.P}$  100 ml d' $\text{H}_2\text{O}$  distillée.

Solution de chlorures à 71 mg/l:

0.107g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .....1000ml d'eau distillée.

**I -3-2-6-3 Mode opératoire :**

-Prendre 5 ml d'eau à analyser,

-Ajouter 2 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre).

-Titrer avec  $\text{AgNO}_3$  à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.



**Figure n°16 :** photo de titrages de  $\text{Cl}^-$  en début



**Figure n°17 :** photo titrages de  $\text{Cl}^-$  à la fin (la coloration devient brun)

**I -3-2-6-4 Expression des résultats :**(voir tableau n°15)

$$F.G : \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times M_{Cl}}{PE} = \frac{V_{AgNO_3} \times 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

$$\mathbf{F.S :} \quad [Cl^-] = V_{AgNO_3} \times 71 \times F.$$

$V_{AgNO_3}$  : Volume d'AgNO<sub>3</sub> nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$N_{AgNO_3}$  : Normalité d'AgNO<sub>3</sub>

$M_{Cl}$  : masse des chlorures.

F : facteur de correction du titre d'Ag NO<sub>3</sub>

PE : prise d'essai.

Pour le F :- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.

- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.

- Doser par AgNO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'au virage.(couleur brun rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

**I -3-3l'analyse de pH, T°C, Cond, sal et TDS :****I -3-3-1 Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre :****I -3-3-1-1 Principe**

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène [H<sup>+</sup>] présent dans l'eau ou les solutions. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H<sup>+</sup>

L'appareil employé est le pH-mètre à base d'Electrode de pH combinée et en utilisant des réactifs à pH=9, pH=7 et pH=4 comme solution tampon.

**I -3-3-1-2 Mode opératoire**

a) Etalonnage de l'appareil

Avant d'utiliser le pH-mètre il doit être étalonné avec les étapes suivantes :



- Allumer le pH Mètre,
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée,
- Prendre dans un petit bécher, la solution tampon étant pH = 7,
- Régler l'agitation à faible vitesse,
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7,
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2,
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée,
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 ou pH = 4,
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

#### b) Dosage de l'échantillon

Après étalonnage, on procède au dosage de notre échantillon comme suit :

- Prendre environ  $\approx 100$  ml d'eau à analyser,
- Le Mettre dans un agitateur avec une faible agitation,
- Tremper l'électrode dans le bêcher,
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation,
- Puis noter le pH.(voir tableau n°16 )



Figure n18°:pH-mètre

### I -3-3-2 Mesure de la conductivité électrique :

#### I -3-3-2-1. Définition

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

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante:

$$\text{Résistivité}(\Omega.\text{cm}) = \frac{1000000}{\text{conductivité}(\mu\text{S} / \text{cm})}$$

### I -3-3-2-2Principe

Il est basé sur la mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en ohms(Guerzou, 2007).

S sa section en cm<sup>2</sup> et l sa longueur en cm.

La résistivité électrique en ohms-cm est

$$P = R \frac{S}{l}$$

La conductivité électrique en S / cm est :

$$V = \frac{1}{P} = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}$$

$\frac{l}{S}$  Est appelé constante de l'élément de mesure

### I -3-3-2-3. Mode opératoire

D'une façon générale, il faut opérer avec une verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Il faut Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

### I -3-3-2-4Expression des résultats

Le résultat est donné directement en µS/cm.

(voir tableau n°16 )



Figure n°19: Conductimètre

**I -3-3-3 la salinité, taux de minéralisation total (TDS) et la température :**

Pour mesurer ces paramètres, on utilise le même appareil : le conductivité-mètre. L'analyse est effectuée par immersion directe de l'électrode dans les flacons porteurs d'échantillons (sans oublier de rincer rigoureusement l'électrode après chaque mesure). Les résultats sont affichés directement dans l'appareil.

- Salinité (‰)
- TDS (mg/l)
- Température (°C).

**I 3-4 L'analyse de TH, TAC et TA :****I -3-4-1Détermination de TH :**

$$TH = V_2 * 1000 / 500$$

- $V_2$  : Volume total d'E.D.T.A
- Le résultat est donné en °F.(voir tableau n°17)

**I -3-4-2Détermination de TAC :**

$$THC = V_{\text{titrer}} \text{ avec HCl dans le titrage de l'anion } (HCO_3^-)$$

(Voir tableau n°17)

**I -3-4-3Détermination de TA :**

$$\text{On a : } pH < 8.8 \longleftrightarrow TA = 0$$

(Voir tableau n°17)

# Chapitre 02

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## II: Présentation de la zone d'étude :

### II.1 : Situation Géographique :

La ville d'Ain Oussera est la seconde plus grande ville de la wilaya de DJELFA. Située sur l'atlas saharien. Ain Oussera est une des daïra de la wilaya de DJELFA à 200 Kms au sud d'Alger, (43)

Elle est limité au ;

- ❖ Nord par la wilaya de MEDEA
- ❖ Nord Est par la commune de BENHAR
- ❖ Sud Est par la commune de BOUIRET LAHDEB
- ❖ Nord Ouest par la commune D'ELKHMIS
- ❖ Sud Ouest par la commune de GERNINI

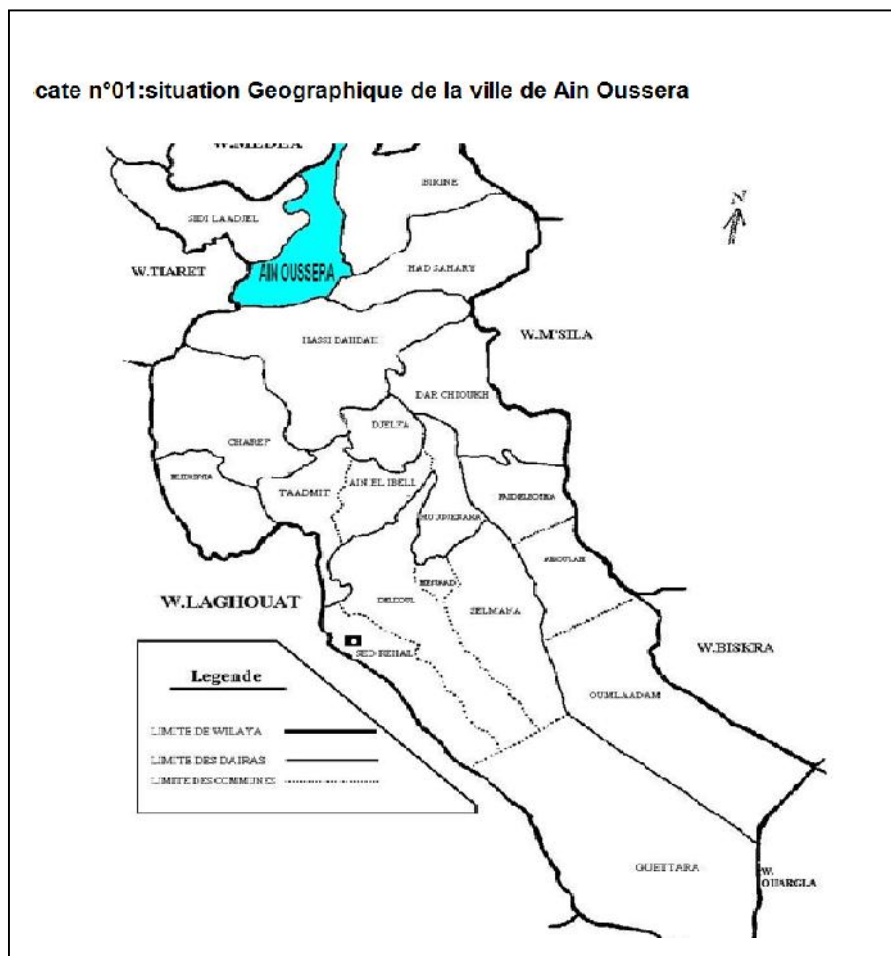


Figure n°04 : Plan de situation de la commune d'AIN-OUSSERA(44)

### **II.1.1 : Aperçu géologique :**

La reconnaissance géologique du site nous permettra de prendre les dispositions indispensables à la réalisation des tranchées, ainsi que le choix des engins de terrassement à utiliser.

La région est caractérisée par les formations géologiques suivantes de la plus ancienne à la plus récente selon l'échelle des ères géologique

#### **II.1.1.1 : Dépôts Continentaux :**

- ✓ Alluvions Modernes
- ✓ Dunes
- ✓ Daya Temporaire
- ✓ Croûte Calcaire
- ✓ Calcaires Lacustres à Gastéropodes

#### **II.1.1.2: Coniacien c4 :**

Environ 100 mètres, visibles de calcaires jaunâtre légèrement marneux, souvent biolithiques et oolithique admettent quelques niveaux marneux.

#### **II.1.1.3 : Aptien n 5-6 :**

Au sein d'une série détritique à nette influences continentales apparaissent épisodiquement des calcaires et notamment les calcaires à Orbitholine 200 m

#### **II.1.1.4 : Hauteriviens - Barrémien n 3-4 :**

Grès en gros bancs souvent silicifiés admettent surtout la partie inférieure des bancs de dolomies et d'argile gréseuse, l'épaisseur n'est pas mesurable. On peut l'estimer à 500 mètres.

#### **II.1.1.5 : Hauterivien à Albien Indifférenciés :**

Lorsque la continuité stratigraphique avec les niveaux carbonatés du Cénomaniens ou de l'Aptien n'existe pas, les affleurements sont trop discontinus pour permettre de distinguer grès Albiens de ceux appartenant à l'Hauterivien-Barré car leur faciès trop semblables ne permet pas de les différencier (43)

### II.1.2 : Tectonique :

Le territoire de la feuille d'AIN-OUSSERA est occupé en presque totalité par la zone anticlinale KHRATOUA-DOGHMAANE, seule la région la plus méridionale constitue le flanc Nord d'un autre anticlinal, celui de CEDRAIA.

La zone anticlinale KHRATOUA-DOGHMAANE : c'est une vaste zone anticlinale où l'on peut distinguer les différents éléments suivants :

- 1- l'axe de la zone anticlinale, peu visible sur le terrain, de la zone anticlinale se déduit surtout de la direction p des pendages dirigés du Nord 45° Est à Nord 55° Est.
- 2- Le dispositif périclinal oriental : Mis en évidence par les bancs de dolomie de l'Hauterivien.
- 3- Le flanc Sud de la zone anticlinale caractérisé par une in tante flexure.
- 4- Le flanc Sud de la zone anticlinale, contrairement au fla il est difficile d'observer le flanc Sud de la zone anticlinale KHARTOUA-DOGHMAANE.

### II.1.3 : La séismicité :

L'ALGERIE a tout le temps été soumise à une activité sismique intense avec comme résultats des pertes humaines et matérielles importantes dommageables non seulement aux individualités et collectivités locales, mais également au pays soit entier dont elle peut obérer le développement pour un certain nombre d'années à l'instar du séisme de 10 Octobre 1980 de Chleff et aussi le cas de Boumerdes en 2003.

Donc pour pouvoir résister à ce phénomène, on doit construire des ouvrages de telle sorte à leur fournir un degré de protection tolérable en répondant aux règles parasismiques algériennes.(43)

L'activité sismique est due principalement à la nature géologique de la région magrébine et à ses caractéristiques tectoniques à la frontière de la plaque africaine et eurasiennne, en mouvement compressif permanent (tectonique des plaques).

Pour pouvoir réduire les pertes induites par ce cataclysme, on doit en premier lieu quantifier le danger ou dégât en identifiant les sources sismique (failles actives, charriage...) et évaluer les niveaux de secousses (intensité, magnitude, accélération) dans la région épiscoptrale, puis évaluer le niveau de vulnérabilité (taux de perte...) de la population exposée au risque (individus, ouvrage, bien économique et sociaux ...).

Les classifications établis ci-dessous sont indépendantes du choix du système constructif et concernent les zones sismiques les groupes d'usages et les sols.

En fonction de l'intensité sismique, l'Algérie est découpée en zones sismiques (voir fig. N°2).

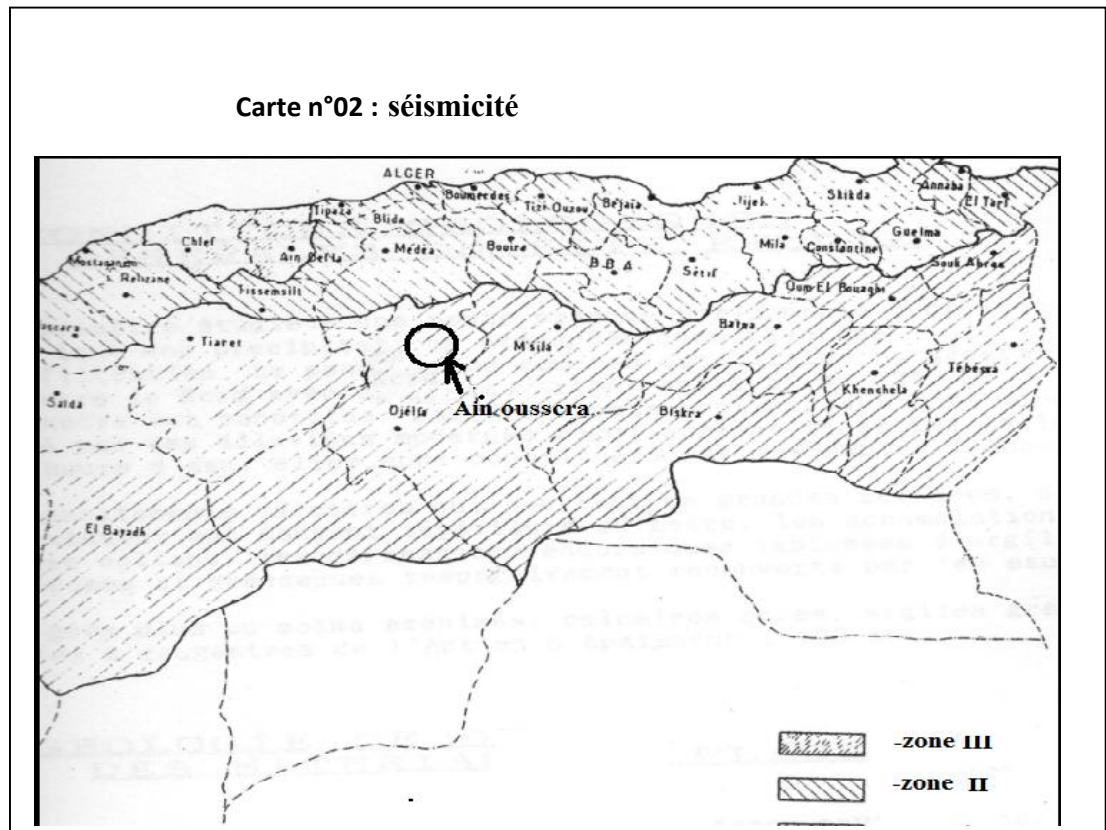
Zone 0 : Séismicité négligeable.

Zone I : Séismicité faible

Zone II : Séismicité moyenne

Zone III : Séismicité forte

Dans le cas de la ville d'Ain Oussera (zone d'étude) la Séismicité est faible [Zone I].



**Figure n°05 : Carte de séismicité de Ain Oussera**



### **II.1.4: Climatologie :**

Ain Oussera jouit d'un climat continental, froid et assez humide en hiver, très chaud et sec en été. La saison du printemps y est très courte. Le niveau des précipitations est très capricieux, si bien qu'elle peut varier du simple au double d'une année à l'autre. Les tempêtes de sable y sont courantes, notamment en été.

Trois aspects liés à l'environnement sont à relever au niveau du site à savoir le passage de l'oued à l'Ouest du site, l'élevage à l'intérieur des constructions et le rejet non contrôlé des ordures. Ces aspects peuvent porter atteinte à la santé de la population du site.

### **II.1.5: La température :**

L'élément température pour l'agglomération d'Ain Oussera est jugé déterminant dans le choix :

- ✚ De l'organisation urbaine (création des zones d'ombre et des espaces verts pour générer des micros climats à l'intérieur des îlots d'habitations).
- ✚ Des matériaux de construction à utiliser.
- ✚ D'une manière générale la région est caractérisée par deux saisons contrastées de point de vue température
- ✚ Un été chaud où la température est très importante.
- ✚ Un hiver froid qui connaît une chute de température avec formation de la gelée blanche

La température est marquée par des grands écarts dans ses valeurs saisonnières et même journalières.

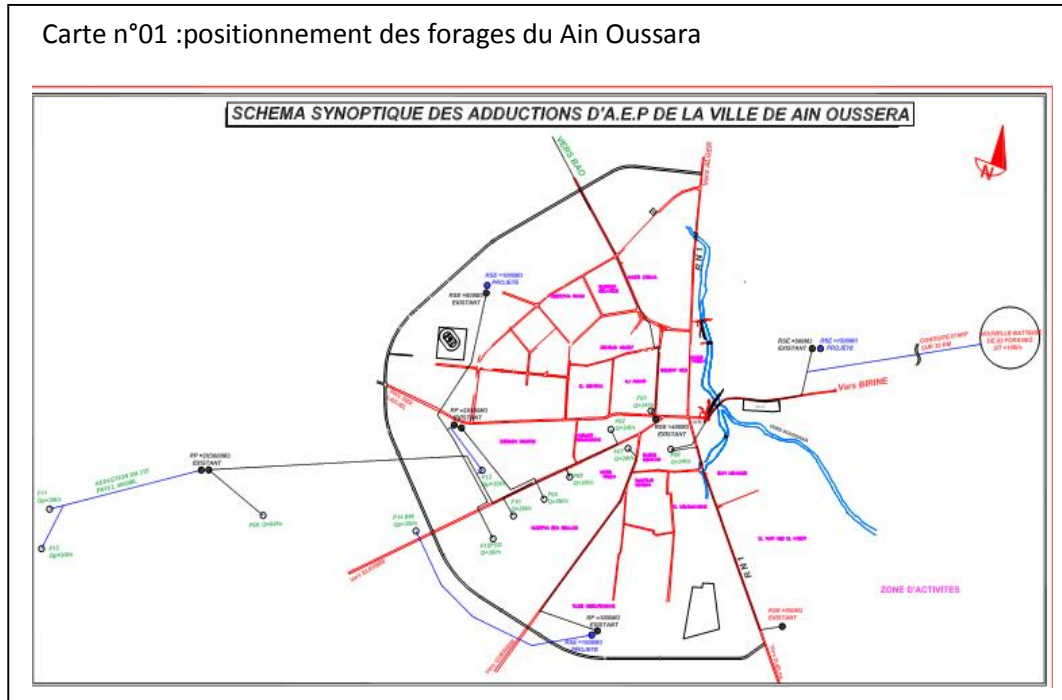
## **II.2 : les sources d'alimentation en eau potable :**

Au niveau de l'agglomération chef lieu de Ain Oussera ,existe 16 forages (F2 ,F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12,F13,F14,F15)qui produisent un débit totale de 445 lis.

**Tableau n°8** :Fiche technique sur la situation des forages a travers la ville de Ain Oussara(45)

N°	Nom de forage	Date de réalisation	La profondeur (m)	Le Débit exploité (l/s)	HMT (m)	Cote de calage(m)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Volume produit (m <sup>3</sup> /j)
01	F2	2010	250	25	100	56	34	70	2592
02	F3	1973	200	30	90	60	34	75	2592
03	F4	1979	200	30	100	37	12	24	2160
04	F5	1979	180	6(citernage)	100		24	50	
05	F6	1986	200	25	70	24			
06	F7	1992	250	25	110	76	42	56	2160
07	F8	1993	250	20	100	56	25	30	1728
08	F9	1996	200	34	100	54	40	60	2160
09	F10	1996	200	22	120	54	34	45	1728
10	F11	2013	250	30	102	72	22		
11	F12	2013	250	30	102	72	20	40	2592
12	F13	1/9/2014	250	30	102	72	20	42	2592
13	F14	1/9/2014	250	30	102	72	25	42	2160
14	F15	1/9/2014	250	30	102	72	25	40	2592

Le réseau des forages de la ville d' Ain Oussara se présente comme dans le schéma suivant :



Figures n°06 : positionnement des forages d'Ain Oussara(43)

### II.3 : le réseau de distribution :

L'agglomération chef lieu d'AIN OUSSERA est dotée d'un réseau de distribution de type maillé alimenté simultanément par cinq 05 réservoirs. La longueur totale du réseau d'alimentation en eau potable est plus 137 km, il est constitué par des conduites en amiante ciment et acier, dont les diamètres varient entre  $D=80$  et  $D=600$  mm.

L'Etat général de réseau est moyen est couvre la totalité de la zone urbaine en matière d'alimentation ; le taux de raccordement est de 95 %.

Au niveau du site d'étude, l'alimentation en eau potable se fait à partir du réservoir R05

(500 m<sup>3</sup>), situé a l'Est du périmètre d'étude ; le réseau de distribution est de type maillé dont le diamètre variant entre  $D=50$  et  $D=250$  mm.(43)

#### II.3.1: le réseau d'Assainissement:

Le réseau d'assainissement de l'agglomération d'AIN OUSSERA est de type unitaire, composé de plusieurs collecteurs.

Les diamètres varient entre  $D=200$  et  $D=1200$ mm, il couvre 95% de l'agglomération et présente des pentes de 2 % a 12%.

La Partie Nord de l'agglomération est desservie par un réseau dont les diamètres varient entre D=300 et D=800 mm, relié sur la périphérie Ouest par le biais d'un collecteur principal de 1000 mm, et un autre de type ovoïde (1000 mm) avec la partie Est.

La partie Sud de l'agglomération est couverte par un réseau de diamètre variant entre (300 à.1000) mm, raccordé à un collecteur principal de D=1200 mm.

Quant aux réseaux des 3 quartiers périphériques sont reliés à un collecteur de diamètre D=600 mm en parallèle à l'Oued et le tout est raccordé au réseau principal de la ville.

Les deux collecteurs de diamètre de (1000 à 1200) mm et le collecteur ovoïde de diamètre de D=1200 mm se rejoignent au Nord de l'agglomération au niveau de déversoir d'orage vers un émissaire de diamètre de 1200 mm.

Actuellement, les rejets se font à l'air libre dans L'OUED BOUCEDRAIA, sachant qu'une étude concernant la mise en place d'une station d'épuration a été approuvée (Bureau d'étude Hydro projet centre). Cette station est située au Nord de l'agglomération, sa capacité est équivalente à un nombre de 191 000 équivalent habitants. Ces caractéristiques sont comme suit :

-Débit moyen 28 650 m<sup>3</sup>/j ;

-Débit max temps sec 1957,75 m<sup>3</sup>/j ; Débit max temps des pluies 3918,5 m<sup>3</sup>/j.

Le procédé d'épuration est de type biologique à boues activées à faible charge permettant la nitrification de l'affluent vue la présence de l'azote en excès. (43)

**CONCLUSION GENERALE**

**CONCLUSION GENERALE**

## ***Conclusion générale***

L'objectif de ce travail rentre dans le cadre de la préparation d'une base de données sur la qualité des eaux potables de la région de Djelfa.

Dans la partie pratique nous avons effectué des analyses physico-chimiques de deux forages parmi quinze qui alimente la ville d'Ain Oussera.

Les résultats obtenus nous ont permis de déduire que la qualité de ces eaux est bien dans les normes que soit algériennes ou internationales et n'a pas subi un changement depuis plus de sept ans (durée globale entre les analyses).

Cependant l'eau reste toujours une source fragile et sensible et la moindre faute, la moindre négligence dans le temps engendrerait des conséquences graves sur la santé des citoyens. L'eau, cette substance vitale de notre quotidien qui constitue la 2/3 du corps humain, exige une surveillance méticuleuse de désinfection réguliers.



# REFERENCES

## REFERENCES

- (1) ; **MUSTAPHA BOUZIANI, 2000** :L'eau de la pénurie aux maladies.
- (2) ; **G.BLANCHER ,1972** : Abrégé de médecine préventive et d'hygiène.
- (3) ; **ROUX, 1987** ; Office internationale de l'eau : l'analyse biologique de l'eau. Ed.TES&DOC, Paris, p166.
- (4); **STAUDART, 1996**: Methods of the examination of water and waste water.
- (5) ; **Lagreb H. et Semane S., (2007)** Etude de la qualité des eaux potables de la ville de Djelfa par régionalisation stochastique des paramètres hydro chimiques. 88p, Thèse d'ingénieur, Ed. CU. Djelfa.
- ( 6): **Rodier J., (1984)** Analyse d'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires et de mer. 722p, Ed. DUNOD, Paris.
- (7) ;**Belhouadjeb F. et Toaiba A., (2006)** Initiation à la régionalisation stochastiques des paramètres hydro chimiques dans le cadre d'un SIG, Application à la région de Ain Oussera. 77p, Thèse d'ingénieur, Ed. CU. Djelfa.
- (8) ; **J.RODIER, 1980** :L'analyse d'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod technique, France, p925-953.
- (9) ; **ALPHA SIDIKIM ,2005** : Qualité Organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par L'EDM.SA dans la ville de BAMAKO : évaluation saisonnière. Thèse d'**ACHOUR.S, GUERGAZLS, 2002**-Incidence de la minéralisation des eaux algériennes sur la réactivité de composés organiques vis-à-vis du chlore, Rev. Sci. Eau, 15,3, p649-668.
- (10) ; **BELHOUADJEB.F.A.TOAIBA.A.H.2006** : Initiation à la régionalisation stochastique des paramètres chimiques dans le cadre d'un SIG (Application à la région de Ain Oussera). Thèse, Ing, Agro. Université de Djelfa.
- (11) ; **Habbai H. et Tirouma K., (2006)** Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et de pollution au sein de la station d'épuration des eaux usée domestiques de HASSI R'MEL, 65p, Thèse d'ingénieur, Ed. Uni. Laghouat.
- (12); **C.KIRDA, 1997**: Assessment of irrigation water quality.
- (13) ; **NEDJIMLS, 2006** : Contribution à l'étude piézométrique et hydro chimique du Synclinal du Djelfa. Thèse, Ing, Agro. Université de Djelfa. p32.
- (14) ; **ABDELHAFIDL.N, 2005** : Contribution à l'étude qualitative des ressources hydriques souterraines en zone semi-aride. (Cas de Synclinale Nord de Djelfa).Thèse, Ing.Agro. Université de Djelfa.



- (15) ; **ACHOUR.S, GUERGAZIS, 2005** : Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration, p 119-127. Doctorat en Pharmacie, MALI. p21.
- (16) ; **J.DURAND, 1983** : Les sols irrigables étude pédologique .Presses universitaires de France, Paris, p158-160.
- (17) ; **J. RODIER, 1974** :L'analyse de l'eau, 7ème édition, Dunod, Paris.
- (18) ; **J.RODIER, 1997** :L'analyse d'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition de Nord, Paris.
- (19) ; **KANE.B, 2000** : Evaluation saisonnière de quelques paramètres du contrôle de la qualité de l'eau du réseau d'adduction de la ville de Bamako, Thèse pharmacie, Bamako n°25.
- (20) ; **J.THERUN, P.STEFFEN, 2001** : Guide pratique de l'échantillonnage des eaux souterraines. p 91.
- (21) ; **BERKANI.I, BENARFA.N, 2005** : Contribution à l'étude de la qualité des eaux d'irrigation des zones semi-aride, cas de la région de Deldoul (plaine d'oueld Tolba).
- (22) ; **M.RIEU, 1981** : Sodium absorption ration et estimation du pouvoir alcalinisant des eaux. Mission ORSTOM, vol XVIII n°2, pp 123-128.
- (23) ; **BAZA.Y, 2006** : Contribution à l'étude de la qualité des eaux d'irrigation des zones semi-aride, cas de la région d'Ain Ibel. Thèse, Ing, Agro. Université de Djelfa. p 34-35.
- (24) ; **GILBERT.CASTANY.1998** : Hydrologie : principe et méthodes. Ed. Dunod, p 235.
- (25) ; **MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE HAMSATOU 2005** : Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries, Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse Doctorat en pharmacie. Mali, p 33.
- (26) ; **JACQUES HUBERT, Claire HUBERT, Paul JUNGERS, Michel DAUDON, Philippe HARTEMANN ,2002** : Eaux de boisson et lithiase calcique urinaire idiopathique, quelles eaux de boisson et quelle cure de diurèse. Progrès en Urologie, 12. p692-699.
- (27) ; **TAHA HOUCINE.D, 2002** : Evolution de la qualité des eaux Salinité, Azote et Métaux lourds sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Thèse de Doctorat.
- (28) ; **MIREILLE WILLIAME, 2004** : Qualité des eaux de distribution publique dans le Nord/pas de CALAIS. p 6.
- (29) ; **RAMAD F, 1982**: ECOTOXICOLOGIE.2e ED .MASSON, Paris, 228
- (30) ; **BERNARD RIO Ed. DU DAUPHIN, 2006** : L'eau et la vie ; 218 pages.

- (31) ; **LAGREB.H, SEMANE.S, 2007** : Etude de la qualité des eaux potables de la ville de Djelfa par régionalisation stochastique des paramètres hydro chimiques. Thèse, Ing, Biologie. Université de Djelfa. p 39-42.
- (32) ; **O.M.S, 1977** : Surveillance de la qualité de l'eau de boisson, Genève.
- (33) ; **O.M.S, 1985** : Directives de la qualité pour l'eau de boisson, Genève, Vol 1.
- (34) ; **O.M.S, 1980** : Nitrates, Nitrites et composés N- nitroso. O.M.S série critères d'hygiène de l'environnement, Genève, n°5.
- (35) ; **DIALLO BREHIMA, 1996** : Analyse et contrôle de la pollution des eaux du fleuve Niger par les rejets liquides urbains et industriels du district de Bamako Thèse Doctorat de Biologie : Ensup Bamako. MALI.
- (36); **ALLOLIO B., LEHMANN R. 1999**: Drinking water fluoridation and bone. Exp. Clin. Endocrinol. Diabètes, 107.p12-20.
- (37) ; **HARTEMANN Ph ,1998** : Les eaux destinées à la boisson. Eau du réseau, eau conditionnée, eau minérale, eau de source, fontaine réfrigérante. Hygiènes,6, p389 -394.
- (38); **FELSENFELD A.J, ROBERTS M.A, 1991**: A report of fluorosis in the United States secondary to drinking well water. J.A.M.A. 265.p486-488.
- (39); **MONIQUE HENRY** : Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint.
- (40) ; **LADJROUD.Y, BELAHMER.S. 1995** : Contribution à l'étude hydro chimique des eaux souterraines de la nappe Albienne de Ain Oussera (wilaya de Djelfa). Thèse, Ing, Agro. Université de Djelfa. p 44.
- (41) ; **JEAN JUC CELLERIC, 2002** : La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau, Paris.
- (42) ; **DORE. M., 1989** : Chimie des oxydants, traitement des eaux, Ed. Lavoisier, Paris.
- (43) ; **Bureaud'études Hydro-Technique-B-E-H-Y-MEDEA** :Etude protection de Ain Oussera contre les inondation-Mission I p 9-12

# ANNEXES

ANNEXES

## Annex 01

**Tableau A1** : volumes produits des forages de la ville Ain Oussera

N°	Nom du forages	Début (l/s)	Volume produit(m <sup>3</sup> /j)
01	F2	30	2592
02	F3	30	2592
03	F4	25	2160
04	F7	25	2160
05	F8	20	1728
06	F9	25	2160
07	F10	20	1728
08	F12	30	2592
09	F13	30	2592
10	F14	25	2160
11	F5	30	2592

## Annexe 02

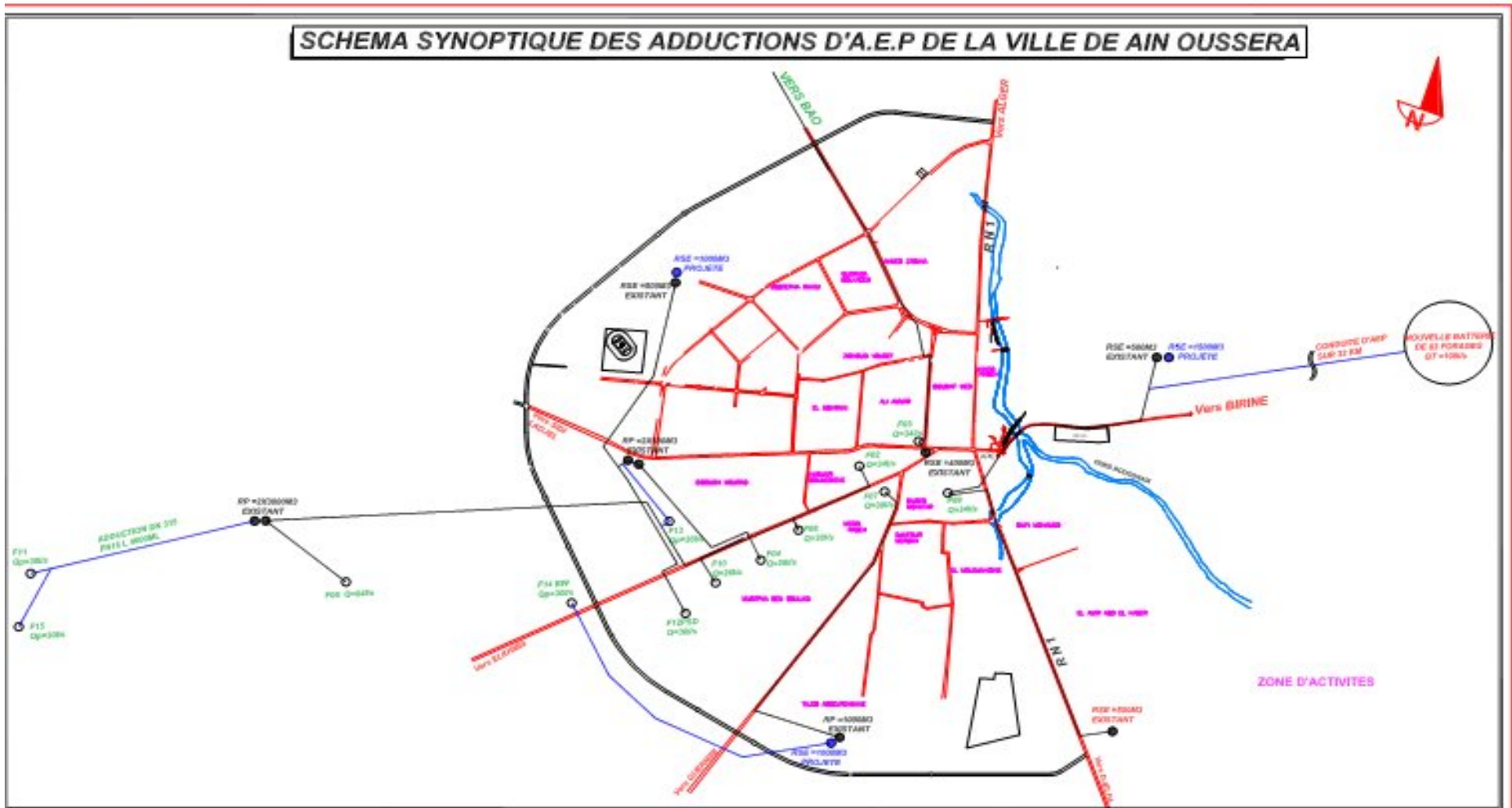
**Tableau A2** : Fiche représentative de la situation des forages à travers la ville de Ain Oussera

<b>Forage</b>	<b>Date de réalisation</b>	<b>La profondeur (m)</b>	<b>Le Débit exploité (l/s)</b>	<b>HMT (m)</b>	<b>Cote de calage (m)</b>	<b>Niveau statique (m)</b>	<b>Niveau dynamique (m)</b>
F 2 bis	2010	250	25	100	56	34	70
F3	1973	200	30	90	60	34	75
F4	1979	200	30	100	37	12	24
F6	1986	180	06(citernage)	70	24	24	50
F7	1992	200	25	110	76	42	56
F8	1993	250	20	100	56	25	30
F9	1996	200	34	100	54	40	60
F10	1996	200	22	120	54	34	45
F12	2013	250	30	102	72	22	40
F13	01/09/2014	250	30	102	72	20	42
F14	01/09/2014	250	30	102	72	25	42
F15	01/09/2014	250	30	102	72	25	40

Ain Oussera :08/9/2014

# Annexe 03

## SCHEMA SYNOPTIQUE DES ADDUCTIONS D'A.E.P DE LA VILLE DE AIN OUSSERA



**Annexe 04**  
**Tableau A03 : Résultats des analyses**

	PH	T°C	Lord μs/cm	Sal %	TDS mg/l	[NO <sub>2</sub> ] mg/l	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] mg/l	[NO <sub>3</sub> ] mg/l	[PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ] mg/l	[SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ] mg/	[Cl] mg/l	[Ca <sup>+2</sup> ] mg/l	[ Mg <sup>+2</sup> ] mg/l	TH °F	[HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> ] mg/l	TAC	[CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] mg/l	TA °F
Analyse 2	Date de prélèvement : 23/09/2014      Lieu :laboratoire de l'ADE –Djelfa.																	
<b>F3</b>	7.54	9.5	2080	1	1028	/	0.09	8.53	0	390	482.8	84	74.84	19.9	292.7	25.9	0	0
<b>F12</b>	7.97	4.9	1733	0.8	934	/	0.05	2.02	0	350	333.7	87.2	70.95	17.7	215.9	51	0	0
Analyse 1	Date de prélèvement : 31/08/2008      Lieu :laboratoire de l'ADE –Djelfa.																	
<b>F3</b>	7.6	2.8	997	1.3	1069	16	0.03	/	0	267	239	41	61	15	173	19.9	0	0
<b>F12</b>	7.6	4.0	1236	1.7	989	0	0.09	/	0	278	288	107	87	63	241	17	0	0
Analyse 3	Date de prélèvement :15/04/2015      Lieu :laboratoire de l'ADE –Djelfa																	
<b>F3</b>	6.86	2.56	2140	1.1	1076	0	0.13	/	0	400	461.5	85.6	78.246	50	223.26	18.3	0	0
<b>F12</b>	7.17	2.8	1850	1	876	0	0.09	/	0	360	312.4	88.8	74.8	52.8	585.6	48	0	0

## ملخص:

يدخل هذا العمل في إطار إعداد قاعدة بيانات حول نوعية و كمية المياه الموجهة للاستهلاك البشري بمنطقة الجلفة و لهذا الغرض قمنا بتحليل كيميائية نوعية مختلفة لخزانين مهمين يغذيان و موزعان على بعض الأحياء بمنطقة عين وسارة، تطرقنا إلى دراسة مقارنة مع نتائج تحاليل مختلفة الزمن، و لم نكشف أي اختلاف فيها بالمقارنة مع المعايير المعتمدة .

**الكلمات المفتاحية:** تحاليل، معايير، خزان مائي.

## **Résumé :**

*Ce travail fait partie d'une base de données sur la qualité et la quantité de l'eau potable à la région de la consommation humaine de Djelfa et à cet effet nous avons des analyses physiques et chimiques de qualité différente des deux forages d'alimentation importante certains quartiers de la zone Ain Oussera, nous avons parlé à rapport à différentes analyses de temps des résultats de l'étude, et n'a pas divulguer toute différence en comparaison avec les normes approuvées..*

**Mots-clés :** *Analyses, normes, réservoir*

## **Abstract:**

*This work is part of a database about the quality and quantity of water destined for human consumption region of Djelfa and for this purpose we have chemical analyzes different quality of the two drillings important feed some neighborhoods of Ain Oussera, we talked to compared with different time analysis of the results of the study, and did not disclose any difference in comparison with the approved standards.*

**Keywords :** *Analyses, standards, drilling.*