

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Techniques

Département des Sciences et Techniques

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## LICENCE

**Domaine:** Sciences et Techniques

**Filière:** Génie des procédés

**Spécialité:** Génie des procédés

## Thème

Etude de la composition chimique et approche de la qualité des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable au niveau de la zone *IN-GHAR* (wilaya de Tamanrasset)

**Par:**

**FARADJI WAHIBA  
ASSALI SAKINA**

**Jury :**

**M<sup>elle</sup> : Z.BABA AMER**

Maitre de conférence A

Univ. Ghardaïa

**Encadreur**

**M<sup>elle</sup> : Naima Hellali**

Maitre Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Examineur**

**Année universitaire 2014/2015**

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail pour :*

*L'homme de ma vie ; mon support dans ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père : **Mohamed Salah ben Ahmed el Khair***

*Pour ma mère **Mebarka** galerie, sein sa mon Dieu in chaa ellow.*

*Mon seul chère seour **Fatima** Son mari **Ahmed el Khair***

*À mes Chers frères : **Abd el fadil ; Abd el slam ; Abd el rrazake ; Abd el Fatah. Abd el Ali***

*Pour l'âme sœur à moi accompagné depuis l'enfance, et j'ai été plus d'une sœur mes cousines **roukha***

*A meilleur pour jeune famille :*

***Ahlam et Mohammed Abd el Kader et ikhlasse ; Ahmed el Khair***

*Pour les femmes des frères : **Cherifa et Souad***

*Cher à ma grand –mère **boukhlila Mariam**, à mes oncles et à mes tantes qu'à mes cousins et cousines bien aimés, que dieu nous garde unis, et tout la famille : **Faradji et Bouiba ; Boukhlila.***

*Cher à mes voisins*

*Pour tous mes amies de l'école primaire à l'université. **Dalila K; aicha H ; Soumia L; zoulikhia A; Nadia E; Fatima B; fatna B; zaineb M hayat A; Fatima O; Fatihab ; Djamila M; Karimab ; Hayat s ; Halima B; Madiha S; Asma B ; wahibab ; Aalila S ; zaineb h ; Saida s. Djamaa s.***

*A mes amies dans le mémoire : **Assali sakina***

*Pour mon ami qui m'a aidé tout à la longe des années de collège : **Ibrahim et Khaled ; Zakaria .***

*A mes promos de 3<sup>ème</sup> **génie des procédés***

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude*



# Dédicace

*Je tien à te dévoiler mes sincères sentiment d'amour et de respect  
pour tout se que tu mas appris pour le courage que t'as se mes  
donnes aux pénibles moments que j'ai vécue durant mes études du  
primaire a ce jour ma mère **fatna***

*Mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur,  
celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans  
son vaste paradis, à toi mon père : **Sidi Mokhtare***

*Pour quelles supplémentaires de ma vie pour toujours la lumière sur ma vie  
sont mes chères sœurs : **Aicha et kayouma***

*A mes chère frères : **Mohamed Abd ellah ; Mohamed ; Mohamed bay***

*Ma chère fiancé **Mohamed Abd ellah** et tous son famille : **Assali et el  
Chegga***

*Cher à ma grand -mère **lala** ; à mes oncles et à mes tantes qu'à mes  
cousins et cousines bien aimés, que dieu nous garde unis.*

*Pour l'esprit de mon grand -père que dieu ait son âme.*

*A mes amies dans le mémoire : **Faradji wahiba***

*Pour mes sœurs dans la résidence universitaire:*

***Dalila ; aicha ; Soumia ; zoulikha ; Nadia ; Fatima ; fatna B; zaineb***

***hayat ; Fatna O ; Fatiha B; Djamila M ; Karima ; hayat s***

*A mes amies : **Khaled et Zakaria***

*À tous mes camarades de départ d'étude à la fin d'étude; sans oublier les  
étudiantes de la 3<sup>ème</sup> année **génie des procédés***

 ***Assali sakina***

# Remerciement

*Merci à Allah ; notre guide, notre force, notre bonheur, et la raison de notre existante. C'est lui qui nous a fait comprendre le but de cette vie, et qui nous a donné le pouvoir d'aimer les gens et d'apprécier les choses. Merci d'être là dans les moments les plus difficiles.*

*Tout d'abord, notre remerciements **Mm. Baba Amer el Zohra** de m'avoir fait l'honneur d'être mon promoteur et surtout de travailler avec lui. Nous avons très reconnaissant pour sa disponibilité, pour son écoute, ainsi que pour sa confiance pour bien mener ce travail.*

*Mes remerciements vont également à Monsieur **Mr. Chwairaf Makhlouf**, pour ses conseils et ses encouragements.*

*Nos tiens aussi à remercier tous mes enseignants qui ont contribué à mes formation particulièrement ceux du département de **science technologie** et **l'ADO**, de mes avoir donné la chance d'apprendre, et de nous faire partager leurs savoirs.*

*Nous remercions infiniment tous se qui aide de proche ou de loin, au spécial **Mm .Ben Saha zaineb**, et **Mr. Nadjari Abd el Karim** Enfin à tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

**Liste des tableaux**

<b>N°</b>	<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau -01</b>	structure des sols	04
<b>Tableau-02</b>	Taux de température pour différents mois de l'année spectacles	06
<b>Tableau-03</b>	Les pluies mensuelles des années exprimées en mm	06
<b>Tableau- 04</b>	Les vents mensuels des années exprimées en (m/s)	07
<b>Tableau-05</b>	Les vents soufflent d'une manière permanente pendant les 69jour de l'année	07
<b>Tableau- 06</b>	Taux d'évaporation en mm pendant les mois de l'année	07
<b>Tableau- 07</b>	Données des précipitations et températures fourni par la station in-ghar (2007)	08
<b>Tableau- 08</b>	Informations relative à l'échantillonnage	18
<b>Tableau -09</b>	Classification de l'eau selon la conductivité électrique.	21
<b>Tableau -10</b>	Relation entre la conductivité électrique et la minéralisation globale	23
<b>Tableau- 11</b>	Classification de l'eau selon la dureté	24
<b>Tableau- 12</b>	Interprétation des résultats pour les paramètres organoleptique	33
<b>Tableau- 13</b>	d'analyse foggara Akbour	33
<b>Tableau- 14</b>	d'analyse foggara Bellakram	34
<b>Tableau- 15</b>	d'analyse foggara Ersain	35
<b>Tableau- 16</b>	d'analyse foggara Rabinet	36
<b>Tableau- 17</b>	d'analyse foggara Réservier	37
		42

**Liste da figure**

<b>N°</b>	<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Carte de situation de la wilaya de Tamanrasset	02
<b>Figure 2</b>	La situation géographique de la région étude (In ghar)	03
<b>Figure 3</b>	schéma de la température et de la quantité de la pluie de l'année 2007	08
<b>Figure 4</b>	Image Google Inghar	09
<b>Figure 5</b>	L'atome d'eau	11
<b>Figure 6</b>	Cycle de l'eau dans la nature.	13
<b>Figure 7</b>	Turbidimètre	17
<b>Figure 8</b>	Akbour	18
<b>Figure 9</b>	Bellakram	18
<b>Figure 10</b>	Ersain	19
<b>Figure 11</b>	Réservier	19
<b>Figure 12</b>	pH mètre	20
<b>Figure 13</b>	Conductivité électrique	21
<b>Figure 14</b>	Creuset en platine contenant les résidus secs	22
<b>Figure 15</b>	filtration de 100 ml d'eau	23
<b>Figure 16</b>	dosage du calcium	25
<b>Figure 17</b>	dosage des chlorures	26
<b>Figure 18</b>	Four à moufle	27
<b>Figure 19</b>	spectrométrie à flamme	28
<b>Figure 20</b>	DBO mètre	29
<b>Figure 21</b>	DIAGRAMME DE POTABILITE POUR LES PUITES	38
<b>Figure 22</b>	L'évaluation du PH des eaux des puits	39
<b>Figure 23</b>	L'évaluation de la conductivité électrique	39
<b>Figure 24</b>	L'évaluation de teneur en Chlorures des eaux des puits	40
<b>Figure 25</b>	L'évaluation de teneur en Sulfates des eaux des puits	40
<b>Figure 26</b>	L'évaluation du TH des eaux des puits	41
<b>Figure 27</b>	L'évaluation de teneur en Nitrates dans les eaux	41

**Liste des abréviations**

<b>MM.T° C</b>	Température mensuelle moyenne en degrés ° C
<b>Qt.rr</b>	Quantité mensuelle de pluie en mm
<b>Moy Vn</b>	Moyenne mensuelle de vent en m/s
<b>PH</b>	potentiel d'hydrogène
<b>MES</b>	matières en suspension
<b>TH</b>	titre hydrotimétrique
<b>EDTA</b>	Acide Ethylène Diamine Tétracétique
<b>TAC</b>	Titre alcalimétrique complet
<b>DBO5</b>	Demande Biologique en Oxygène au bout de 5 jours
<b>UTN</b>	Unité de Turbidité néphélométrique
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>CEE</b>	Communauté Economique Européenne
<b>CI</b>	Continental Intercalaire
<b>CT</b>	Complexe Terminal
<b>LISTE DES UNITES</b>	
<b>cm</b>	centimètre
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>°F</b>	Degré français
<b>meq/l</b>	Milliéquivalent par litre
<b>mg</b>	milligramme
<b>mg/l</b>	Milligramme par litre
<b>ms/cm</b>	Milli siemens par centimètre
<b>µS</b>	Micro-Siemens

# Liste des matières

## Liste des matières

Remerciement  
Dédicace  
Résumé  
Liste des tableaux  
Liste des figures  
Liste des abréviations

Liste des matières	Page
Introduction générale	2

## Chapitre I/ Présentation de la région d'étude

I-1-Situation Géographique et Limite	4
I-2-Situation géographique	4
I-2-1- cadre physique	5
I.3 Données édaphiques de la région In ghar	5
I.3.1 Géologie de la région	5
I.3.1.1 La géologie générale de la province de la commune	5
I.3.1.1.1 Le Précambrien	6
I.3.1.1.2 Le Cambrien	6
I.3.1.1.3I' Ordovicien	6
I.3.1.1.4Le Silurien	6
I.3.1.1.5Le Carbonifère	6
I.3.1.1.6Le Crétacé(Craie)	6
I.3.1.1.7La géologie locale	6
I.3.2 Aspect hydraulique	7
I.3.2.1 Nappe Albiene	7
I.3.2.2 Les eaux souterraines	7
I.4-Les reliefs en la topographie de la zone	7
I.4.1Le climat	7
I.4.1.2 Les températures	8
I.4.1.2La précipitation	8
I.4.1.3 Les vents	9
I.4.2 Evaporation	9

## Liste des matières

I.4.3L'humidité	9
I.4.4 Synthèse climatique de la région in ghar	9
I.4.4.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен	10
I.5Aspect morphologique	10
I.6Aspect géologique	10
I.7 Aperçu historique de la création de la zone	11

### Chapitre II/L'eau, constituant fondamental de l'environnement

II.1.Structure de l'eau	14
II.1.1.La molécule d'eau	14
II.1.2Les états de l'eau	15
<i>II.1.2.1 l'eau sous forme solide</i>	<i>15</i>
<i>II.1.2.2 l'eau sous forme liquide</i>	<i>15</i>
<i>II.1.2.3 l'eau sous forme de gaz</i>	<i>15</i>
II.2. Cycle de l'eau dans la nature	15
II. 3. Importance de l'eau	16
II.4.Propriétés physiques	16
II.4.1.Masse volumique	16
II.4.2.Propriétés thermiques	16
II.4.2.1Chaleur massique	16
II.4.2.2Les chaleurs latentes	16
II.4.3.Viscosité	16
II.4.4. Tension superficielle	16
II.4.5.Pression osmotique	17
II.4.6.Propriétés électriques	17
II.4.7.Propriétés optiques	17
II.5.Propriétés chimiques	17
II.5.1. Auto –dissociation de l'eau	17
II.5.2.Réaction d'oxydo –réduction	19
II.5.2.1 Oxydation de l'eau	20
II.5.2.2Réduction de l'eau	20
II.5.2.3Réaction d'hydrolyse	20
II.5.2.4Hydrolyse d'un sel	20

## Liste des matières

II.5.2.5 Estérification en milieu acide	20
II.6 Caractéristiques et paramètres analytiques de l'eau	20
II.6.1 Paramètres organoleptiques	20
II.6.1.1 La couleur	20
II.6.1.2 Le goût	20
II.6.1.3 l'odeur	20
II.6.1.4. La saveur	20
II.6.1.5 La turbidité	20

### Chapitre III/ Echantillonnage et méthodes d'analyse

III.1 Informations relatives à la prise de l'échantillon	22
III. 1.1. Zone d'échantillonnage	22
III.1.2 Choix des points de prélèvement	22
III.2 Méthode de prélèvement et de conservation de l'échantillon	23
III.2.1 Matériel et équipement	23
III.2.2 Mode opératoire	23
III.2.1 Paramètre physico chimique	23
III.2.1.1. Mesure de température	23
III. 2.1.2 Le potentiel d'hydrogène (pH)	24
III.2.1.2.1 Mode opératoire	24
III.2.1.3 .Mesure de la Conductivité	24
III.2.1.3.1 Mode opératoire	25
III.2.1.4 Détermination de résidus secs	25
III.2.1.4.1 Mode opératoire	26
III.2.1.5 Détermination des matières en suspension	26
III.2.1.5.1 Mode opératoire	27
III.2.2 Détermination de la minéralisation globale	28
III.2.2.1 Dureté ou hydrotimétrie	28
III.2.2 .2 Dureté ou titre hydrotimétrique (TH)	28
III.2.2.2.1 Mode opératoire	29
III.2.2.3 Dosage du calcium -Méthode titrimétrique à l'EDTA	29
III.2.2.3.1 Mode opératoire	29
III.2.2.4 Détermination du magnésium	30
III.2.2.5 Dosage des Chlorures	30

## Liste des matières

III.2.2.5.1 Mode opératoire	30
III.2.2.6 Titre alcalimétrique complet (TAC)	31
III.2.2.6.1 Mode opératoire	31
III.2.2.7 Dosage des sulfates	31
III.2.2.7.1 Mode opératoire	32
III.2.2.8 Dosage des bicarbonates	32
III.2.2.8.1 Mode opératoire pour	32
III.2.2.9 Dosage de sodium et de potassium	33
III.2.2.9.1 Mode opératoire	33
III.2.2.10 Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> )	34
III.2.2.10.1 Mode opératoire	34
III.2.3 Indicateurs de pollution	34
III.2.3.1 Ammonium	34
III.2.3.1.1 Mode opératoire	34
III.2.3.2 Phosphore Mode opératoire	34
III.2.3.3 Détermination des Ortho phosphate (OPO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	35
III.2.3.4 Dosage des nitrates	35
III.2.3.4.1 Mode opératoire	35
III.2.3.5 Dosage de nitrite	36
III.2.3.5.1 Mode opératoire	36
III.2.3.6 Détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline	36
III.2.3.6.1 Mode opératoire	36

## Chapitre IV/ Résultats et discussions

IV.1 Paramètres organoleptiques	39
IV.2 Paramètre Physico chimiques	39
IV.3 Interprétation des résultats	48
IV.3.1 Elément qui répondent aux normes	48
IV.3.1.1 Nitrites	48
IV.3.1.2 PH	49
IV.3.1.3 Les bicarbonates	49
IV.3.2 Elément qui répondent aux normes dans certains puits	49
IV.3.2.1 Magnésium	49
IV.3.2.2 Calcium	49

## Liste des matières

---

IV.3.2.3 Potassium	50
IV.3.2.4 Ammonium	50
IV.3.3 Elément qui dépassent les normes	50
IV.3.3.1 Chlorures	50
IV.3.3.2 Sulfates	50
VI.3.3.3 Conductivité électrique	51
IV3.3.4 Dureté hydrotimétrique	51
IV.3.3.5 Résidus sec	51

### Conclusion

<b>Conclusion</b>	<b>54</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>56</b>

# ***INTRODUCTION GENERALE***

## **Introduction générale**

Le Sahara septentrional s'étend d'Ouest en Est entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye, est l'un des plus grands déserts au monde. Les hydrogéologues ayant mené des investigations dans les régions désertiques reconnaissent qu'elles recèlent d'énormes réserves d'eaux souterraines, mais deux principales thèses émergentes quant à l'alimentation des nappes sahariennes. Certains s'accordent à dire que leurs eaux sont héritées de périodes plus humides, alors que pour d'autres, ces nappes peuvent encore être actuellement alimentées lorsque certaines conditions sont réunies.

Le Sahara Algérien qui s'étend sur les 2/3 de la superficie du pays avec plus de 2 millions de Km<sup>2</sup>, recèle d'importantes ressources en eau souterraines emmagasinées dans les deux grands aquifères du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT).

La nappe du continental intercalaire couvre la majeure partie du territoire saharien septentrional et ce sont les limites d'extension de cette nappe qui ont servi à définir le domaine du projet d'étude des ressources en eau du Sahara septentrional. La région **d'In Ghar** fait partie du sous bassin hydrogéologique occidental du continental intercalaire et constitue son limite Sud-est.

L'objectif de ce mémoire est d'étudier l'hydrogéologie et l'hydrochimie de la nappe du Continental Intercalaire de la région **d'in ghar**. Elle s'articule autour des chapitres suivant:

Chapitre I/ Présentation de la région d'étude

Chapitre II/L'eau, constituant fondamental de l'environnement

Chapitre III/ Echantillonnage et méthodes d'analyse

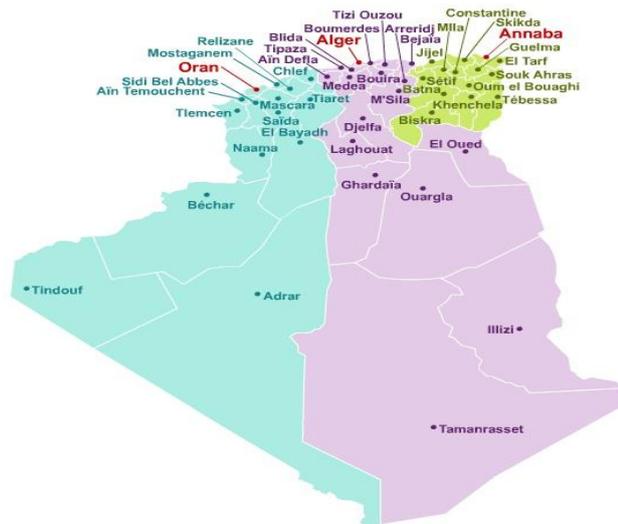
Chapitre IV/ Résultats et discussions

***CHAPITRE I PRESENTATION  
DE LA REGION D'ETUDES***

## I-1-Situation Géographique et limite

La commune d'In-ghar est l'une des plus anciennes commune du grand Sud algérien, elle fait partie du territoire de la wilaya de Tamanrasset. [2]

La wilaya de Tamanrasset est Comprise entre les longitudes  $0^{\circ}15'$  et  $10^{\circ}15'$  Est, et entre et entre les latitudes  $18^{\circ}43'$  et  $29^{\circ}03'$  Nord, sa superficie s'étend sur environ  $557906,25 \text{ km}^2$  [3].



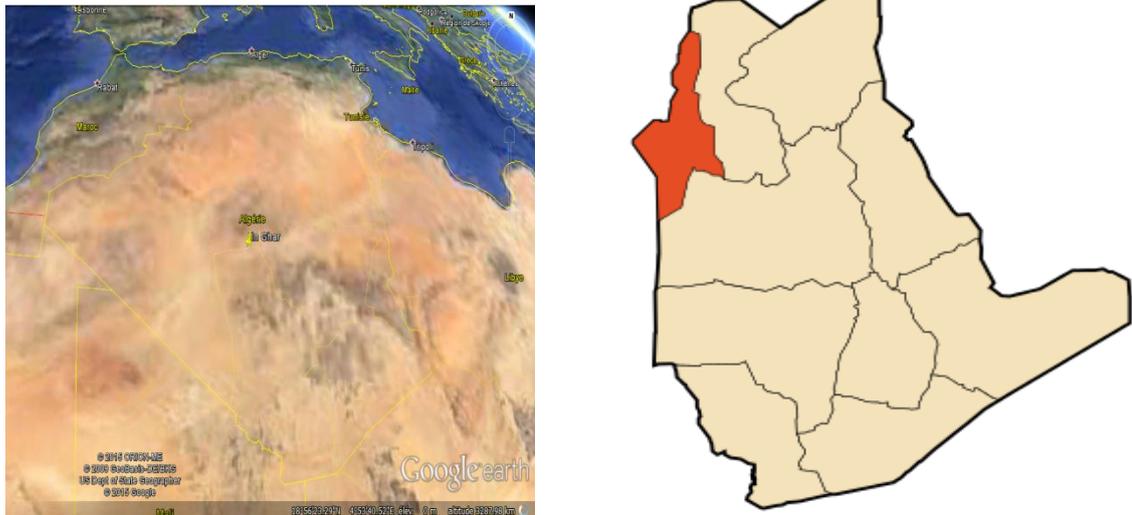
**Figure-1** : situation de la wilaya de Tamanrasset

Comme le montre la figure -1, la wilaya de Tamanrasset est limitée par [1]

- o La Wilaya de Ghardaïa au Nord-ouest;
- o La wilaya d'Ouargla au Nord-est;
- o La Wilaya d'Illizi à L'Est;
- o La Wilaya d'Adrar à l'Ouest;
- o Le Mali au sud-ouest;
- o Le Niger au Sud-est ;

## I-2-Situation géographique

La région d'In-ghar est située au centre sud du Sahara algérien, au nord Ouest de la wilaya de Tamanrasset. Se située à 1300 km au Sud d'Alger et à 760 Km au du chef lieu de la wilaya de Tamanrasset, entre le plateau du Tademaït au Nord, à la lisière du Tidikelt au Sud. L'oasis est située à  $27^{\circ}06'$  de latitude Nord et à  $01.56^{\circ}$  de longitude Est [1].



**Figure.02:** La situation géographique de la région étude (In ghar)

### I-2-1- cadre physique

La région est caractérisée par [1] :

- une ville située à 1120 km au sud d'Alger et 730km nord de Tamanrasset.
- Superficie de 28968,75 Km<sup>2</sup> avec un pourcentage de 5,19 %, d'occupation des sols de la wilaya de Tamanrasset
- Population 10587 habitants (2006).
- La densité de population est de 0,36 / km<sup>2</sup>

### I.3 Données édaphiques de la région In ghar

Les données édaphiques de la région In ghar se présentent comme suit : Topographie et relief, géologie, pédologie et hydrogéologie.

#### I.3.1 Géologie de la région

##### I.3.1.1 La géologie générale de la province de la commune

Par rapport à tout le plateau de Tidikelt, la formation géologique qui prévaut c'est le crétacé qui appartient à l'époque secondaire par un âge limité entre 141 millions ans et 118 millions ans, ils est par conséquent prévalent à la commune d' In-ghar ou il appartient à plusieurs unités géologique qui se différent tant en terme de sa composition et sa création ou encore en terme de sa structure et à partir des cartes géologique, les grands géologique qui distinguent .la commune d' In-ghar sont comme suit[1] :

**I.3.1.1.1 Le Précambrien**

Est une des couches de structures cristalline formée du précambrien [1].

**I.3.1.1.2 Le Cambrien**

Etre de base l'élément de granitiques à la création d'origine de pierres de sable d'une vert couleur qui se situent à une profondeur de 240 m.

**I.3.1.1.3 L'Ordovicien**

Formation principale des pierres de sable et l'ordovicien [1].

**I.3.1.1.4 Le Silurien**

(Gothlandien) elles se forment principalement de l'argile nove enrichie de matériau carbonique qui se trouve à une profondeur de 425m [1].

**I.3.1.1.5 Le Carbonifère**

Etre la forme typique de marin et il plus grand bassin de la chaux à l'est ou blocs d'une couleur de corail dans les zone côtières [1].

**I.3.1.1.6 Le Crétacé(Craie)**

Ils se trouvent par la propagation, dans cette première composition ; ils se composent principalement des pierres de sable, l'argile est dans la plupart des cas des chaux de terres [1].

**I.3.1.1.7 La géologie locale**

In-ghar se distingue des couches géologiques suivantes en différentes profondeurs comme dans le tableau suivant [1] :

**Tableau -1** : structure des sols

<b>Profondeur (m)</b>	<b>Description</b>
0.0-3.9	Sable argileux rose
3.9-22.5	Argile violacée
22.5-29.0	Sable fin et argile rouge
29.0-59	Sable grossier
59-78	Argile rouge foncée
78-151	Sable grossies avec intercalations d'argiles
151-161	Argile rouge

### **I.3.2 Aspect hydraulique**

La zone d'in ghar contient un énorme stock aqueux reconnu dans le Sahara algérienne [4].

#### **I.3.2.1 Nappe albienne**

c'est la couche principale de la zone avec une épaisseur de 40 m ,dans laquelle le stock d'eau arrive à 50 mille million m avec un écoulement qui arrive selon les études faites dans le domaine aux zones sahariennes à 1499 L/S et peut être arriver jusque à 8020 L/S.

#### **I.3.2.2 Les eaux souterraines**

Elles apparaissent dans la zone se Tidikelt , Pui deviennent plus profonde vers le NORD jusqu'à 1500m dans la zone de Touggourt celle-ci reviennent aux premières. Et secondes époque ce bassin l'est exploité par plusieurs puits dont la foggara qui est en cours d'étude[1].

## **I.4- Topographie et reliefs de la zone**

Les reliefs ont un grand rôle dans l'orientation la croissance urbaine et la création des communautés urbaines comme la déterminant principal sélectionné pour la reconstruction. les reliefs à In-ghar mettant en vedette comme le plateau de Tidikelt à l'exception de hauteur différente qui forme les dunes de sable. Les facteurs climatiques de la zones

### **I.4.1 Le climat**

Le climat désertique prédomine la zone d'in ghar qui se caractérise par la chaleur extrême et la sechresse, et ceci affecte les activités humaines et sa production architecturale et urbaine pour tout la région [1].

### I.4.1.1 température

Les températures varient de mois en mois, là que le mois de janvier est considéré le plus froid où la température mensuelle arrive jusqu' à 13,7 alors que le mois le plus chaud est juillet et ce par le taux de 45,90 et le plus faible degré est moins de 0. La gamme générale de température ( la différence température) dans le même gour et ainsi qu'entre les mois et les saisons , il est nécessaire de planifier l'urbanisme de façon à s'adapter avec cette situation en adoptant de la diversité dans les flans à partir de son isolation thermique , par exemple , les blancs nécessaires par le résident dans la nuit d'hiver ou dans le jour d'été ( qui sont généralement les chambres ) les dernières se différencient à celle qui le résident les utilise dans la nuit d'été ou dans le jour d'hiver (qui sont généralement les terrasses , les balcons et les cours) le tableau ci-dessous clarifie les moyennes de températures en coras des mois de l'année[1].

**Tableau-2** Taux de température pour différents mois de l'année spectacles.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	moyenne
MM.T°	13.7	16.6	21.3	25.5	30.6	35.7	37.6	36.9	34.0	27.0	19.7	14.9	26.1

### I.4.1.2Précipitation

Le taux de précipitation est très faible (on a pas noté durant 33 ans ,de1963 à 1984 seulement 16,8 mm /an) là on remarqué clairement la sécheresse dans plusieurs aspects toutes fois, on pourrait enregistrer une certaine précipitation au cours des six mois d'octobre à avril et le tableau suivant donne le taux de précipitation en mm et ainsi que le taux d'évaporation au long des mois de l'année [1].

**Tableau-3 :** Précipitation des années exprimées en mm .

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne
Qt.rr	3.4	1.7	1.6	2.3	0.8	0.3	0.1	1.1	0.5	1.6	1.0	2.5	16.8

### I.4.1.3 Les vents

Le site orbital d'in ghar la fait résister la traversée. Des courants d'air sévères avec une poussière (suroco) Ils soufflent habituellement du nord ou nord-est par une moyenne d'une vitesse annuelle de 16m/s poignant d'une manière claire à l'avancement des dunes de sable (moyenne 2m /an vers les bois)

Et le tableau identifie la moyenne de vitesse des vents pendant les différents mois de l'année [1].

**Tableau- 4** Les vents mensuelle des années exprimées en (m/s)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne
Moy V	4.6	5.1	5.1	5.3	5.2	5.0	5.6	5.5	4.4	4.3	3.6	4.0	4.8

**Tableau-5.** Les vents soufflent d'une manière permanente pendant les 69jour de l'année.

forme permanente	Nord	nord-es	est	le sud-es	sud	sud-oue	occiden	le nord-oues	Calme
Le taux annuel d'attaque%	5	28	21	2	2	5	4	2	31

### I.4.2 Evaporation

**Tableau- 6** Taux d'évaporation en mm pendant les mois de l'année.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne
Taux d'évaporation	208	252	363	422	478	522	620	605	453	348	245	202	4782

### I.4.3 L'humidité

L'air est relativement sec ou la teneur en humidité ne dépasse pas 28.60.

### I.4.4 Synthèse climatique de la région in ghar

Afin de déterminer les caractéristiques climatiques de la région in ghar nous nous sommes basées sur les principaux paramètres qui sont la température et les précipitations. Nous avons représenté le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson, pour déterminer la période sèche in gher [1].

### I.4.4.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

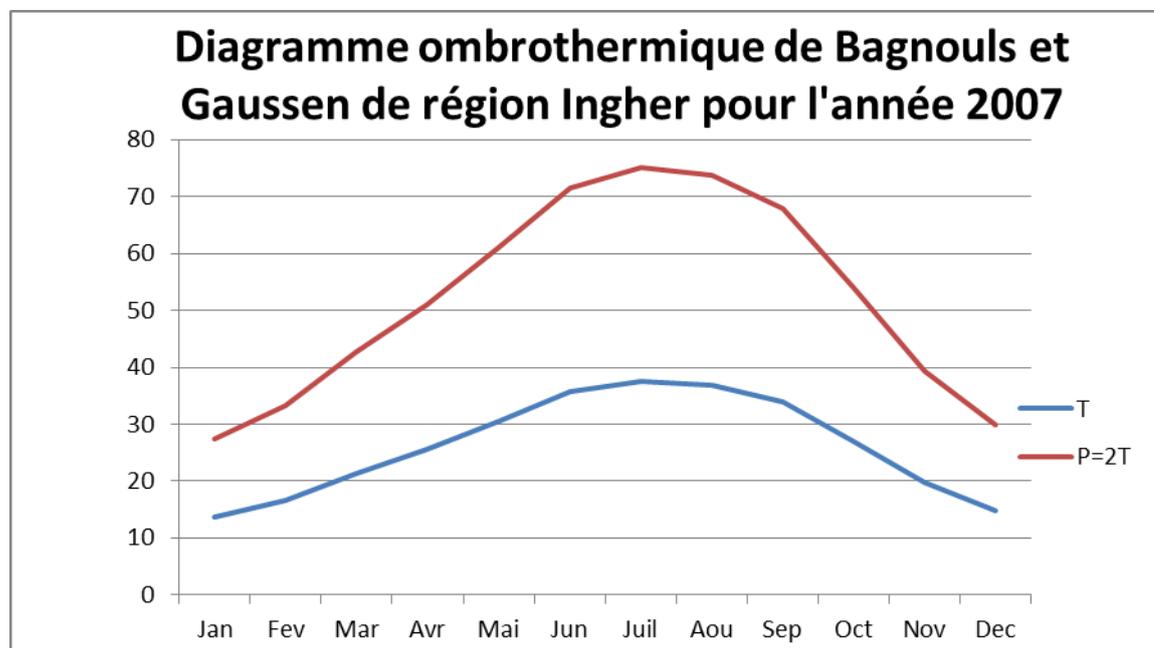
Un mois est biologiquement sec lorsque les précipitations mensuelles (P), exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température moyenne.

La construction du diagramme se fait en plaçant sur l'axe des abscisses les mois de l'année, et sur le premier axe des ordonnées les températures et sur le second les précipitations avec un rapport de  $P=2T$ .

La période sèche correspond à toute la partie pour laquelle la courbe thermique se tient au-dessus la courbe pluviométrique. Les deux zones extrêmes du graphique sont des périodes humides. Le diagramme ombrothermique permet de comparer mois par mois les valeurs de la température et de la pluviosité. Ces dernières sont représentées dans le tableau 1 et le tableau 2 [4].

**Tableau- 7** Données des précipitations et températures fourni par la station in-ghar (2007).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Qt.rr	3.4	1.7	1.6	2.3	0.8	0.3	0.1	1.1	0.5	1.6	1.0	2.5
MM.T°	13.7	16.6	21.3	25.5	30.6	35.7	37.6	36.9	34.0	27.0	19.7	14.9



**Figure.3** schéma de la température et de la quantité de la pluie de l'année 2007.

## I.5 Aspect morphologique

A partir de notre étude de la zone d'In-ghar on remarque une propagation des reliefs ce que affecte sur la forme morphologique .la moyenne de hauteur de la zone est  $268\text{m}^2$  sur le niveau de la surface de la mer comme on note mule de 5 à 8% vers le sud /est.

## I.6 Aspect géologique

La géologie générale de la province de la commune :

Par rapport à tout le plateau de Tidikelt, la formation géologique qui prévaut c' est le (citais) qui appartient à l'époque secondaire par un âge limité entre 141 millions ans et 118millions ans ,ils est par conséquent prévalent à la commune d' In-ghar ou il appartient à plusieurs unités géologique qui se différent tant en terme de sa composition et sa création ou encore en terme de sa structure et à partir des cartes géologique ,les grands géologique qui distinguent .la commune d' In-ghar sont comme suit :

Est une des couches de structures cristalline formée du précambrien.



**Figure 4** Image Google IN Ghar

## I.7 Aperçu historique de la création de la zone

La commune résidentielle d' In ghar créera environ le 17<sup>e</sup> siècle dans un prolongement naturel du mouvement urbain dans toute la région de Tidikelt ainsi qu' In –Salah, Aoulef ...etc. L' origine du nom d' In-ghar revient à la dialecte berbère qui signifié une division des matières située entre deux collines. Le début de la construction fut au lieu nommé (Taghremt) environ 12 km du Sud de la commune actuelle d' In-ghar actuelle .Il était évident que la disponibilité de l'eau fit un facteur important et déterminant à la création, à l'expansion des commuté s urbaines et au secteur agricole , C'était la première source des moyens d'existence en plus de simples échanges commerciaux .alors que le système d'irrigation traditionnel reconnu ici (système de foggara )fit le choix.

Et dans le choix de bas site permet d'apporter facilement l'eau et par la plus grande quantité en même temps en utilisant la foggara. En conséquent les jardins de la palmeraie dépassèrent (des cultures agricoles les plus importantes pour les cultures des consommations individuelle) pour l'approvisionnement en eau d'irrigation d'une manière traditionnelle par la foggara, alors l'amélioration du rendement agricole refléta la zone urbaine qui commença à créer quelques (kasbas) construites de caractère de palais (texture dense –destinées vers l'intérieur...etc.) par des matières locales :(briques – argile- troncs–palmiers...etc.)[1].



**CHAPITRE II L'EAU, CONSTITUANT  
FONDAMENTAL DE L'ENVIRONNEMENT**

L'eau est de toutes les matières la plus importante pour l'existence de l'homme. Elle est indispensable pour la survie et pour le développement de la société moderne.

A l'heure où l'on va chercher de l'eau sur d'autres planètes, sur Mars par exemple, puisque c'est la dernière découverte en date, la valeur de l'or bleu n'est plus à prouver car sans eau, il n'y a pas de vie.

C'est pour ces raisons qu'il faut savoir comment protéger, mais surtout comment économiser cette ressource rare [5].

## II.1. Structure de l'eau

### II.1.1. La molécule d'eau

L'eau est un composé hydrogène-oxygène de formule chimique  $H_2O$ , plus particulièrement à l'état liquide.

Une molécule d'eau est constituée d'un atome d'oxygène(O) relié à deux atomes d'hydrogène (H) par deux liaisons covalentes simples, formant un angle de  $104,5^\circ$ , et de longueur de liaison (O-H) vaut  $0,096 \text{ nm}$ . La molécule présente un moment dipolaire élevé ( $1,85 \text{ Debye}$ ), dû à la forte électronégativité de l'atome d'oxygène (Figure 3). Cette polarisation est à l'origine de nombreuses propriétés remarquables de l'eau, notamment la formation des liaisons hydrogène dans l'eau [6].

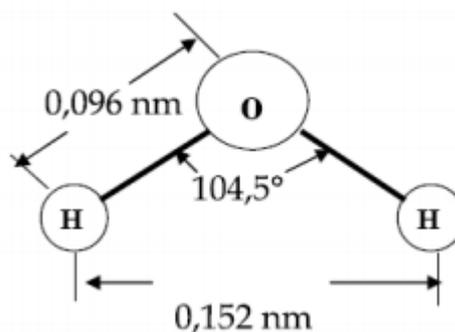


Figure .5 : L'atome d'eau

### **II.1.2 Les états de l'eau**

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différents états : sous forme solide, liquide et gazeuse.

#### ***II.1.2.1 l'eau sous forme solide***

L'eau est solide quand la température est inférieure à 0°C. C'est la glace de la banquise au niveau des pôles, celle des glaciers alpins, la neige sur laquelle nous pouvons skier, le givre qui se forme par temps froid sur les arbres en hiver. Les calottes glaciaires et les glaciers représentent 2,1% de l'eau présente sur la terre.

#### ***II.1.2.2 l'eau sous forme liquide***

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les océans et les mers constitués d'eau salée ; ils sont représentés 97,2% de l'eau de la terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont constitués d'eau douce. Les lacs et les rivières correspondent à 0,01% de l'eau présente sur terre et les eaux souterraines à 0,06% de cette eau.

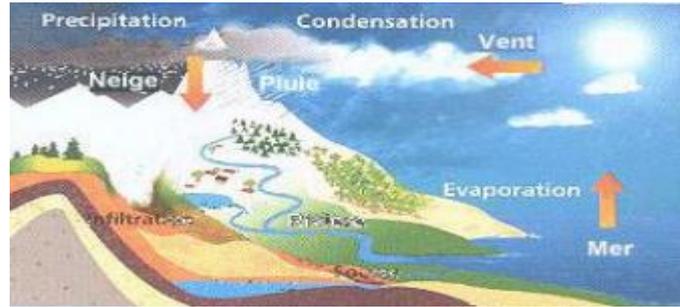
#### ***II.1.2.3 l'eau sous forme de gaz***

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la vapeur d'eau présente dans l'air humide. Elle ne correspond qu'à 0,001% de l'eau de la terre [6].

## **II.2. Cycle de l'eau dans la nature**

Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau des océans et des surfaces terrestres passe en phase gazeuse, et s'élève dans l'atmosphère où elle se condense sous forme de gouttelettes, elle retombe dans les océans et sur terre sous forme de précipitations liquides ou neigeuses (Figure 6).

Une partie des précipitations peut être interceptée par la végétation et rejoindre l'atmosphère par évaporation ou sublimation. Une partie des précipitations pénètre dans le sous-sol et constitue les eaux d'infiltration [7].



**Figure 6** : Cycle de l'eau dans la nature.

### II. 3. Importance de l'eau

L'importance de l'eau pour l'homme se voit nettement dans sa vie quotidienne. Cette richesse est la base de développement de toute activité économique, industrielle et agricole.

Il est le constituant majeur de toute matière vivante, il présente en moyenne de 80% de sa composition [8].

Pour l'être humain il constitue 65 % de son poids, soit 80% de son sang, 75 % de son crâne, 20 % de ses os et 80 % de ses muscles [9].

Ses besoins journaliers diffèrent en fonction de plusieurs paramètres, notamment, les conditions climatiques, et la qualité de l'eau néanmoins

Chez les animaux supérieurs, le pourcentage de l'eau est compris entre 60-70 %. L'eau assure le nettoyage de l'organisme, le transport de nutriments (sang) et l'élimination des déchets par l'urine et la sueur.

Pour l'espèce végétale l'eau représente de 60 à 90 % de son poids et a un rôle mécanique et physiologique, c'est un solvant qui sert de véhicule aux aliments et aux substances élaborées ainsi qu'un métabolisme essentiel dans l'alimentation de toutes les parties du végétal, la mort absolue des tissus végétaux peut avoir lieu si la teneur en eau de ces derniers baisse de 20 % [5].

## **II.4. Propriétés physiques**

### **II.4.1. Masse volumique**

La masse volumique de l'eau dépend de la température, elle admet un maximum de  $1000\text{kg/m}^3$  à  $3,98^\circ\text{C}$  ; il est noté que pratiquement le changement de pression n'influe pas sur la masse volumique [10].

### **II.4.2. Propriétés thermiques**

#### **II.4.2.1 Chaleur massique**

$4,18\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$  ( $1\text{kcal/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ) à  $0^\circ\text{C}$ . elle varie avec la température en présentant un minimum à  $+35^\circ\text{C}$

#### **II.4.2.2 Les chaleurs latentes**

De transformation sont pour la fusion de  $330\text{kJ/kg}$  (ou  $79\text{kcal/kg}$ ) et pour la vaporisation  $2250\text{kJ/kg}$  ( $539\text{kcal/kg}$ ) à la pression normale et à  $100^\circ\text{C}$ .

L'importance de la chaleur massique et de la chaleur latente de vaporisation fait que les grandes étendues d'eau à la surface de la terre constituent de véritables volants thermiques. c'est également la raison de l'utilisation de l'eau comme fluide caloporteur [8].

#### **II.4.3. Viscosité**

La viscosité diminue lorsque la température croît par contre elle augmente avec la teneur en sels dissous [10], quant à sa variation en fonction de la pression elle est si faible que d'habitude on n'en tient pas compte [8].

#### **II.4.4. Tension superficielle**

Elle est définie comme une force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface.

L'addition de sels dissous augmente généralement la tension superficielle [8].

#### II.4.5.Pression osmotique

La pression osmotique traduit un phénomène qui s'établit entre des phases liquides de concentrations différentes séparées par une membrane semi-perméable.

$$\Pi = \Delta C R T$$

$\Delta C$  : Différence de concentration ( $\text{mol}/\text{m}^3$ )

$R$  : constant de gaz parfaits :  $8,314\text{J}/\text{mol.K}$

$T$  : Température en K

$\Pi$  : Pression osmotique en Pa [8].

#### II.4.6.Propriétés électriques

L'eau est légèrement conductrice. La conductivité de l'eau la plus pure que l'on ait obtenue est de  $4,2\mu\text{S}/\text{m}$  à  $20^\circ\text{C}$ . Elle augmente lorsque des sels sont dissous dans l'eau et elle varie en fonction de la température [8].

#### II.4.7.Propriétés optiques

La transparence de l'eau dépend de la longueur d'onde de la lumière qui la traverse. Si l'ultraviolet passe bien, l'infrarouge, si utile au point de vue physique et biologique, pénètre à peine. L'eau absorbe fortement l'orange et le rouge dans le visible, d'où la couleur bleue de la lumière transmise en couche épaisse.

Cette transparence est souvent utilisée pour apprécier certaines formes de pollution et, en conséquence, l'efficacité des traitements d'épuration [8].

### II.5.Propriétés chimiques

#### II.5.1. Auto –dissociation de l'eau

L'eau est une substance qui a une forte propension à dissoudre d'autres éléments.

La première opération chimique réalisable avec l'eau est sa dissociation

En protons H et en ions hydroxydes OH. La répartition entre les deux se mesure avec le pH (potentiel hydrogène). L'échelle va de 0 à 14 : plus on se rapproche de 0, plus l'eau est acide, plus on se rapproche de 14, plus elle est basique. L'eau est neutre lorsque son pH est à 7.

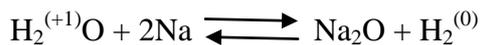
L'eau joue un rôle très important dans toutes les réactions chimiques qui impliquent des matières chargées électriquement...

### II.5.2. Réaction d'oxydo-réduction

**II.5.2.1 Oxydation de l'eau :** c'est l'hydrogène qui se fait réduire



**II.5.2.2 Réduction de l'eau :** c'est l'hydrogène qui se fait réduire



**II.5.2.3 Réaction d'hydrolyse :** C'est l'action des espèces dissociées de l'eau

**II.5.2.4 Hydrolyse d'un sel**



**II.5.2.5 Estérification en milieu acide**



## II.6 Caractéristiques et paramètres analytiques de l'eau

### II.6.1 Paramètres organoleptiques

#### II.6.1.1 La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution, elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité.

### II.6.1.2 Le goût

Le goût est un ensemble de sensation chimique perçus lorsque la boisson est dans la bouche.

### II.6.1.3 l'odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore, en effet toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition [12].

### II.6.1.4. La saveur

Le goût est un ensemble de sensation perçue à la suite de la stimulation par certaines, substances bourgeoises gustatives.

### II.6.1.5 La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées argiles, limons, grains de silice, matière organique.

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 [11].

**Appareillage :** HACH 2100N (figure 7)



**Figure 7:** Turbidimètre.

Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm. De diamètre.

**CHAPITRE III**  
**ECHANTILLONNAGE ET**  
**METHODES D'ANALYSE**

### III.1 Informations relatives à la prise de l'échantillon

#### III. 1.1.Zone d'échantillonnage

Vu le nombre important de puits que compte la région d'étude, et étant confronté à l'impossibilité d'analyser les eaux de l'ensemble de ces forages, nous avons procédé à la sélection de 05 forages répartis uniformément à travers la région d'In-ghar centre jusqu'à IGOSTEN, pour prélever l'eau de la nappe souterraine. A l'aide d'un GPS, ils ont déterminé les coordonnées UTM des forages d'eau existants.

#### III.1.2 Choix des points de prélèvement

Pour une bonne représentativité des échantillons, nous avons choisi les forages de prélèvement selon les critères suivants :

- ❖ Une bonne répartition spatiale des forages
- ❖ L'utilisation pour l'eau potable ou pour l'irrigation
- ❖ L'accessibilité aux points d'eau à prélever.

**Tableau- 08** : Informations relative à l'échantillonnage

Date du prélèvement	Zone de prélèvement	Quantité prélevé
04/04/2015 à 15 h00	Akbour	1.5 litres
04/04/2015 à 15h20	Bellakram	1.5 litres
04/04/2015 à 15h31	Ersain	1.5 litres
04/04/2015 à 16h21	Rabinet	1.5 litres
04/04/2015 à 15h40	Réservier	1.5 litres



**Figure 8:** Akbour



**Figure 9:** Bellakram



**Figure 10:** Ersain



**Figure 11:** Réservier

## III.2 Méthode de prélèvement et de conservation de l'échantillon

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) [13].

### III.2.1 Matériel et équipement

- Une bouteille stérilisée
- Une paire de gant latex
- Une paire de botte
- Une glacière

### III.2.2 Mode opératoire

Le flacon stérilisé est rincée préalablement par l'eau du lac 2 à 3 fois. Le flacon sera plongé à une distance d'environ 20 cm de la surface de l'eau puis ouverts dans l'eau à contre courant ; une fois remplis totalement ils est refermés sous l'eau pour éviter la formation de bulles d'air. L'échantillon est placé immédiatement dans la glacière durant le transport, il sera mis à l'abri de la lumière pour éviter les réactions dû à la photosynthèse des algues, et plancton microscopique présent dans l'eau. L'échantillon est conservé au réfrigérateur à une température de 4°C pendant toute la période d'étude, température qui ralenti la plupart des activités bactérienne.

### III.2.1 Paramètre physico chimique

#### III.2.1.1. Mesure de température

La température est l'un des paramètres à mesurer et noter sur place au moment du prélèvement, la mesure de température de l'eau este effectuée avec un thermomètre précis [14].

Il est important de connaitre la température de l'eau avec une bonne précision.

Selon [13].

Celle-ci joue un rôle dans la :

- Solubilité des sels et surtout des gaz.
- La dissociation des sels dissous.
- Sur la conductivité électrique.
- Dans la détermination de PH pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels

### III. 2.1.2 Le potentiel d'hydrogène (pH)

Est la mesure de l'activité des ions contenus dans une eau :  $\text{pH} = - [\log \text{H}^+]$

Selon [12].

Le PH joue un rôle primordial à la fois:

- Dans les propriétés physico-chimiques.
- Dans les processus biologique.
- Dans l'efficacité des certains traitement

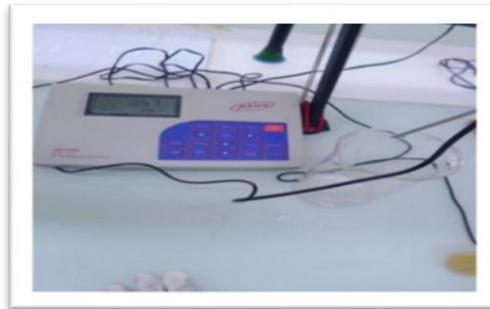


Figure 12: pH mètre.

#### III.2.1.2.1 Mode opératoire

- tremper l'électrode de pH dans le bécher de l'échantillon,
- laisser stabiliser un moment,
- puis noter le pH.

#### III.2.1.3 .Mesure de la Conductivité

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Les matières organiques et colloïdales n'ont que peu de conductivité. Dans les eaux résiduaires cette mesure ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente [15].

La mesure de la CE a été faite à l'aide d'un conductimètres.

**Tableau 9** : Classification de l'eau selon la conductivité électrique.

Conductivité	Nature de l'eau
50 – 400 $\mu\text{s} / \text{cm}$	Eau excellent
400 – 750	Eau bonne qualité
750 – 1500	Eau de moyenne qualité
> 1500	Eau médiocre

La conductivité est déterminée directement à l'aide du conductivimetre, en insérant l'électrode du conductivimetre dans l'échantillon, on attend ensuite 1 à 2 minutes jusqu'à la stabilisation de la valeur affichée en S/cm

#### III.2.1.3.1 Mode opératoire

- Rincer plusieurs fois l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée ;
- puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner;
- faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée.

**Figure 13**: Conductivité électrique.

#### III.2.1.4 Détermination de résidus secs

La détermination de résidus permet d'estimer la teneur en matière dissoute et en suspension d'une eau, mais les résultats sont influencés par la température et la durée de la dessiccation [11].

##### III.2.1.4.1 Mode opératoire

Pour la détermination du résidu sec nous avons eu besoin :

- Four allant jusqu'à  $\theta = 650 \text{ }^\circ\text{C}$  ou plus
- Creusets de porcelaine (150 cm<sup>3</sup>) préalablement séchés à  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  et conservés au dessiccateur
- 1 pince à creuset
- 1 dessiccateur garni de dessiccant
- 1 balance de précision

La détermination des résidus consiste à déverser dans la capsule 25 ml d'eau à analyser cette dernière placée à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, puis laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur, et peser immédiatement. Les résultats sont donnés en mg/l suivant l'expression [14]:

$$R_s = \frac{(E_2 - E_1)}{V_{ech}} 1000$$

E2: Poids plein de la capsule

E1 : Poids à vide de la capsule



**Figure 14:** Creuset en platine contenant les résidus secs

### III.2.1.5 Détermination des matières en suspension

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration, l'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle [15].

#### III.2.1.5.1 Mode opératoire

- Peser le papier filtre ;
- Introduire le volume d'échantillon à partir de papier filtre ;
- Laisser filtrer ;
- peser le papier après le filtration ;
- prend le peser différentiel.
- Sa valeur donnée par l'expression suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = (M_1 - M_2) \times 1000 / V$$

Avec :

$M_1$  = masse de papier après filtration en mg.

$M_2$  = masse de papier avant filtration en mg.

$V$  = volume d'échantillon en ml.



**Figure 15:** filtration de 100 ml d'eau

### III.2.2 Détermination de la minéralisation globale

La minéralisation globale est déterminée en connaissant la conductivité de la solution étudiée et fonction de sa valeur, on applique l'un des formules figurant dans le tableau suivant:

**Tableau 10:** Relation entre la conductivité électrique et la minéralisation globale.

Conductivité ( $\mu / \text{cm}$ )	Minéralisation en mg / l
< 50	$1,365079 \times \text{conductivité à } 20 \text{ C}^\circ$
50	$-166 0,947658 \times \text{conductivité à } 20 \text{ C}^\circ$
166 -333	$0,769574 \times \text{conductivité à } 20 \text{ C}^\circ$
333 – 833	$0,715920 \times \text{conductivité à } 20 \text{ C}^\circ$
833 – 10000	$0, 758544 \times \text{conductivité à } 20 \text{ C}^\circ$
>10000	$0, 850432 \times \text{conductivité à } 20 \text{ C}^\circ$

Les analyses chimiques sont effectuées au niveau du laboratoire d'ADE Ghardaïa

- Cations :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  ;
- Anions:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{NO}_3^-$ .
- La conductivité électrique (CE) à  $25^\circ\text{C}$  et le résidu sec (RS).

Les résultats des analyses chimiques d'une eau doivent être impérativement soumis à un test de validité qui consiste au calcul de la déviation relative entre la somme des cations et la somme des anions.

Ce paramètre permet de vérifier la précision des méthodes analytiques utilisées et la validité des déterminations chimiques. S'il est inférieur à 5% les analyses sont considérées comme correctes, lorsque sa valeur est comprise entre 5% et 10%, les analyses peuvent être à la rigueur retenues. Par contre au-delà de 10% les analyses doivent être refaites.

### III.2.2.1 Dureté ou hydrotimétrie

La dureté ou hydrotimétrie d'une eau correspond à la somme des concentrations en cation métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène, dans la plupart des cas la dureté est surtout due au cation calcium et magnésium auquel s'ajoutent quelque fois les ions fer, aluminium, manganèse [12].

**Tableau- 11** : Classification de l'eau selon la dureté [16].

Valeurs de TH	Nature de l'eau
0 à 5 F°	Eau très douce
5 à 15 F°	Eau douce
15 à 25 F°	Eau moyennement dure
25 à 35 F°	Eau dure
Plus de 35 F°	Eau très dure

### III.2.2.2 Dureté ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté est déterminée par titrimétrie à l'EDTA. Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylènediamine tétracétique à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium [13].

#### III.2.2.2.1 Mode opératoire

- Remplir un bécher 25 ml d'échantillon ;
- Ajouter 4 ml solution tampon pH=10 ;
- Ajouter indicateur colorant (mordant noir 11) ;
- Titrer par l'EDTA.
- Sa valeur donnée par expression :

$$[\text{TH}] = V \times F \times 20$$

Avec

V : volume titré ;

F ; facteur de dilution

### Expression des résultats

$$TH = (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \text{ mg } \backslash l$$

$$[Ca^{2+} \text{ meq}\backslash l] = V * F * 8,016$$

$$[Mg^{2+} \text{ meq}\backslash l] = (V_{TH} - V_{Ca^{2+}}) * 4,86 * f$$

### III.2.2.3 Dosage du calcium -Méthode titrimétrique à l'EDTA

Le dosage fait par titrimétrie à l'EDTA.

Le dosage se fait à un pH élevé (12-13), le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi, l'acide calcione carboxylique, ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge.

#### III.2.2.3.1 Mode opératoire

- Remplir un bécher 25 ml d'échantillon,
- Ajouter 25 ml d'eau distillé,
- Puis, 2 ml hydroxyde de sodium (NaOH) C = 2 mol/l,
- Ajouter HSN (indicateur colorant),
- Après titrer par l'EDTA jusqu'à changement de couleur à bleu.
- Sa valeur donnée par expression suivante :

$$[Ca^{++}] = 8,016 \times V \times F$$

Avec : V = volume titré ;

F = facteur de dilution.



Figure 16 : dosage du calcium

#### III.2.2.4 Détermination du magnésium

La teneur en magnésium est calculée par la formule suivante:

$$[\text{Mg}^{+2}] = \text{TH} - [\text{Ca}^{+2}]$$

### III.2.2.5 Dosage des Chlorures

Les ions  $\text{Cl}^-$  sont dosés en milieu neutre par précipitation avec une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur.

La fin du dosage est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge due à la formation d'un précipité de chromate d'argent [13].



#### III.2.2.5.1 Mode opératoire

- Remplir un bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 50 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 2 ou 3 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_7$  (chromate de potassium) ;
- Titrer par  $\text{AgNO}_3$  jusqu'à changement de couleur vers l'orange.
- Sa valeur donnée par expression suivante :

$$[\text{Cl}^-] = (\text{V}_s - \text{V}_b) \times \text{C} \times \text{F} \times \text{f} / \text{V}_a$$

Avec :

$\text{V}_s$  : volume titré ;  $\text{V}_b = 0$  ;

$\text{C}$  : constat = 0,02 ;  $\text{F}$  : constant = 35453 ;  $\text{f}$  : facteur de dilution = 10 ;  $\text{V}_a$  : volume d'échantillon.



Figure 17: dosage des chlorures

### III.2.2.6 Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le dosage du TAC fait par titrimétrie à l'EDTA. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

### III.2.2.6.1 Mode opératoire

- Préparer HCO<sub>3</sub> pour mesuré ;
- Remplir une bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 50 ml eau distillé ;
- Ajouter 3 gouttes méthylorange 0.5 % ;
- Titrer par HCl jusqu'à changement de couleur orange foncé.
- Sa valeur donnée par expression suivante :

$$[\text{TAC}] = (V - 0,5) \times F \times 10$$

Avec :

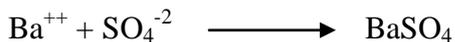
V : volume titré ;

F : facteur de dilution.

### III.2.2.7 Dosage des sulfates

Le dosage des sulfates est effectué par la méthode turbidimétrie.

Les ions sulfates sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement [13].



#### III.2.2.7.1 Mode opératoire

- Remplir un bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 50 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 5 ml HCl 10%, chauffer jusqu'à l'ébullition, agitant constamment ;
- Ajouter 20 ml goutte de BaCl<sub>2</sub> 10% ;
- Prolonger l'ébullition 10 minutes sans interaction l'agitation ;
- Laisser reposer.
- Peser un papier à filtre lente, puis filtrer la solution.
- Faire la calcination à 850 C°.
- Peser le papier après calcination ;
- Prend le peser différentiel. Sa valeur donnée par expression suivant :

$$[\text{SO}_4^-] = \Delta P \times 4115,5$$

Avec :

$\Delta P$  : différence du poids.



**Figure 18:** Four à moufle

### III.2.2.8 Dosage des bicarbonates

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et les hydroxydes, la concentration des carbonates et des bicarbonates dans les eaux est essentiellement en fonction des conditions d'équilibres et la température de milieu.

#### III.2.2.8.1 Mode opératoire pour : $4.3 \leq \text{PH} \leq 8.3$

- On prend 100 ml d'échantillon. 18
- On ajoute quelques gouttes de méthyle orange.
- On titre avec l'acide sulfurique V.

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ mg/l} = (V-0,5) f \times 12,2$$

### III.2.2.9 Dosage de sodium et de potassium

Les dosages du sodium et du potassium ont été faits par spectrométrie à flamme. Lorsqu'une solution est pulvérisée par une flamme, l'eau ou le solvant s'évapore ; les sels et leurs produits de décomposition sont dissociés à l'état d'atomes ou radicaux. Ceux-ci sont excités par l'énergie thermique de la flamme ; leur retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission d'une radiation de fréquence caractéristique de l'élément mis en solution et dont l'intensité est fonction de sa concentration [14].



**Figure 19:** spectrométrie à flamme

### III.2.2.9.1 Mode opératoire

#### Sodium

- Remplir un bécher 10 ml d'échantillon ;
- Ajouter 40 ml d'eau distillé ;
- Faire la lecture à la spectrométrie à flamme.

#### Potassium

- Remplir un bécher 10 ml d'échantillon ;
- Ajouter 40 ml d'eau distillé ;
- Faire la lecture à la spectrométrie à flamme.

### III.2.2.10 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation (Avec l'intervention des bactéries) les matières organiques contenues dans une eau usée.

Généralement la pollution est dégradée d'une manière significative pendant une durée de 5 jours, au-delà de 5 jours la consommation en oxygène diminue énormément ainsi on a adopté la notion DBO5 obtenue après 5 jours d'incubation à 20°C et dans l'obscurité.



**Figure 20:** DBO mètre

### III.2.2.10.1 Mode opératoire

- Procédure – jour 0
- Rincer la bouteille.
- Mesure un volume exact de 250 ml pour l'échantillon.
- Remplir la bouteille OxyTop.
- Mélanger.
- Mettre l'agitateur magnétique (baromètre) dans la bouteille.
- Insérer 1 pastille de sodium hydroxyde dans le col de la bouteille.
- Visser la tête sur la bouteille.
- Démarrer la mesure en appuyant simultanément sur « M » et « S » pendant 2 secondes,
- Jusqu'à l'affichage de « 00 ».
- Placer la bouteille dans l'incubateur pendant 5 jours à 20°C.
- Procédure – jour 5
- Appuyer sur « M » pendant 1 seconde jusqu'à ce que la valeur actuelle s'affiche.
- Appuyer sur « S » pour afficher les valeurs enregistrées (5<sup>ème</sup> jour).

### III.2.3 Indicateurs de pollution

#### III.2.3.1 Ammonium

Composé de formule  $\text{NH}_4^+$  constituant le premier stade de la décomposition de la matière organique, les ions d'ammonium se trouvent dans les eaux souterraines à partir de l'opération de réduction des nitrates à l'aide des bactéries autotrophes ou à l'aide des sables contenant les ions ferreux qui est capable de réduire les nitrates [17].

#### III.2.3.1 Mode opératoire [18]

- Remplir un bécher 40 ml d'échantillon ;
- Ajouter 4 ml de réactif coloré
- 4 ml de solution dichloroisocyanate de sodium
- Compléter les deux fioles avec l'eau distillée jusqu'au 50 ml
- soigneusement le contenu de la fiole par agitation circulaire
- Mélanger
- laisser repos 1h. 30
- Après une heure fait la lecture spectrophotomètre UV.

#### III.2.3.2 Phosphore

Le dosage du phosphore se fait par colorimétrie dans un photomètre UV [14].

#### III.2.3.2.1 Mode opératoire

- Remplir un bécher 40 ml d'échantillon ;

- Ajouter 1 ml acide ascorbique ;
- Ajouter 2 ml molybdate d'acide ;
- Faire dilution 50ml d'eau distillé ;
- laissez reposer 1heure ;
- Après faire la lecture au spectrophotomètre UV.

### III.2.3.3 Détermination des Ortho phosphate ( $\text{OPO}_4^{-3}$ )

Les ortho phosphate correspondant au groupement  $\text{OPO}_4^{-3}$  .les eaux naturelles n'en contiennent pratiquement pas, ils proviennent d'une

Contamination fécale (eaux usée domestiques), industrielle 21 (industrie chimique) ou agricole (lessivage des engrais phosphatés) ces phosphates sont fixés facilement par le sol, leur présence dans les eaux est souvent liée à la nature des terrains traversés à la décomposition de la matière organique, au engrais phosphatés industriels entraînés par lessivage ou par infiltration [11].

La réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyle phosphomolybdate .

$$C_{\text{OPO}_4} = p * 3,066$$

### III.2.3 .4 Dosage des nitrates

Le dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) se fait par colorimétrie dans un photomètre UV 415 nm avec le Réactif sulfophérique [13].

#### III.2.3.4.1 Mode opératoire

- Remplir un bécher 10 ml d'échantillon ;
- Ajouter 3 gouttes de NaOH à 30 % ;
- Puis, 1 ml de salicylate de Na 0,5 % ;
- Evaporer à 75 à 88 °C (bain marie) ;
- Ajouter 2 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré, laisse reposer 10 minutes ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 15 ml de tartrate de Na et K ;
- Faire la lecture au spectrophotomètre UV à longueur d'onde de 415 nm.
- Sa valeur donnée par expression suivant :

$$[\text{NO}_3^-] = F \times V \times 4,43$$

Avec : F : facteur de dilution ;

V : résultat d'UV.

### III.2.3.5 Dosage de nitrite

Le dosage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) se fait par colorimétrie dans un photomètre UV avec le réactif mixte [13].

#### III.2.3.5.1 Mode opératoire

- Remplir un bécher 40 ml d'échantillon ;
- Ajouter 1 ml réactif mixte de  $\text{NO}_2$  ;
- Faire dilution 50ml d'eau distillé ;
- Après 20 minutes fait la lecture spectrophotomètre UV.

### III.2.3.6 Détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline

Le fer, très abondant dans les roches et sol ne se trouve pas à l'état natif (à l'expression de quelques rares mines de fer) mais sous forme de composés minéraux. Leur teneur dans les eaux est souvent élevée, ce n'est pas un polluant majeur et leur ingestion ne représente pas de danger pour l'homme. Cependant le métal a des incidences sur le goût, la couleur et l'odeur de l'eau. Certaines eaux souterraines anaérobies peuvent contenir en solution jusqu'à 10 mg \ l de fer Le fer est un élément essentiel et vital à tous les organismes vivants : l'hémoglobine, myoglobine, foie, la moelle osseuse, le cœur et les muscles squelettiques [13].

#### III.2.3.6.1 Mode opératoire: selon [18]

- Prendre 50 ml d'échantillon.
- Ajouter 0,5 ml d'acide sulfurique. Mélanger soigneusement.
- Ajoute 1 ml Hydroxylamine.
- Ajouter 2ml de tampon acétate.
- Ajouter 2 ml de la solution de phénanthroline.
- conservé à l'obscurité pendant 15min.

Enfin passer au spectro pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.

# **CHAPITRE IV RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## IV.1 Paramètres organoleptiques

**Tableau- 11:** Interprétation des résultats pour les paramètres organoleptique

Paramètre	Observation
Couleur	Sans Couleur
Gout	Sans Gout
Odeur	Sans Odeur

**IV.2 Paramètre Physico chimiques :** Dans la présente étude je vais essayer de comparer les résultats obtenus avec les normes internationales.

**Tableau- 12** d'analyse foggara Akbour

Akbour					
Renseignement fondamentaux			puits N°1		
04/04/2015			Date de prélèvement :		
Paramètre Physico chimiques					
Température	C°			18.3	
PH	-			7.56	
Conductivité	µs/cm			2810	
Turbidité	NTU			0.32	
TDS	µs/cm			1404	
Salinité	‰			1.6	
Rs	Mg/l			1834	
Minéralisation					
Cations	Méq/l	Mg/l	Mg/l	Méq/l	Anions
Calcium	5.83	117.03	50.20	1.41	Chlorure
Magnésium	2.04	49.572	507.44	5.28	Sulfates
Na <sup>+</sup>	400	17.391	36.6	0.6	Bicarbonates
			37.938	0.61	Nitrates
totale	7.87			7.9	Totale
Pourcentage d'erreur					
Paramètre de pollution					
Ammonium	Mg/l				0
nitrite	Mg/l				0.015
fer	Mg/l				0.000
Ortho phosphate	Mg/l				0
Phosphore	Mg/l				0
DBO5	mg O2/l				
Autres paramètres					
TH	F°				500

**Tableau- 13** d'analyse foggara Bellakram

<b>Bellakram</b>					
Renseignements fondamentaux			puits N°2 Date de prélèvement : 04/04/2015		
<b>Paramètre Physico chimiques</b>					
Température		C°			19.3°
PH		-			7.47
Conductivité		µs/cm			1789
Turbidité		NTU			0.30
TDS		µs/cm			895
Salinité		‰			1.0
Rs		Mg/l			2122
<b>Minéralisation</b>					
Cations	Méq/l	Mg/l	Mg/l	Méq/l	Anions
Calcium	6.03	121.04	51.90	1.46	Chlorure
Magnésium	2.06	50.058	505.38	5.26	Sulfates
Na <sup>+</sup>	420	18.360	51.24	0.84	Bicarbonates
			34.988	0.56	Nitrates
totale	8.09			8.12	Totale
Pourcentage d'erreur					
<b>Paramètre de pollution</b>					
Ammonium		Mg/l			0
nitrite		Mg/l			0.008
fer		Mg/l			0.000
Ortho phosphate		Mg/l			0
Phosphore		Mg/l			0
DBO5		mg O2/l			
<b>Autres paramètres</b>					
TH		F°			508

**Tableau- 14** d'analyse foggara Ersain

<b>Ersain</b>					
Renseignements fondamentaux			puits N°3		
Date de prélèvement : 04/04/2015					
<b>Paramètre Physico chimiques</b>					
Température	C°		18.1°		
PH	-		7.63		
Conductivité	µs/cm		3140		
Turbidité	NTU		0.42		
TDS	µs/cm		1572		
Salinité	‰		1.8		
Rs	Mg/l		2186		
<b>Minéralisation</b>					
Cations	Méq/l	Mg/l	Mg/l	Méq/l	Anions
Calcium	6.71	134.66	61.33	1.72	Chlorure
Magnésium	2.24	54.432	597.57	6.22	Sulfates
Na <sup>+</sup>	380	16.521	26.84	0.44	Bicarbonates
			39.409	0.63	Nitrates
totale	5.23			9.01	Totale
Pourcentage d'erreur					
<b>Paramètre de pollution</b>					
Ammonium	Mg/l		0		
nitrite	Mg/l		0.004		
fer	Mg/l		0.000		
Ortho phosphate	Mg/l		0		
Phosphore	Mg/l		0		
DBO5	mg O2/l				
<b>Autres paramètres</b>					
TH	F°		560		

**Tableau- 15** d'analyse foggara Rabinet

<b>Rabinet</b>					
Renseignement fondamentaux			puits N°4 Date de prélèvement : 04/04/2015		
<b>Paramètre Physico chimiques</b>					
Température	C°		18.1°		
PH	-		7.53		
Conductivité	µs/cm		3370		
Turbidité	NTU		0.31		
TDS	µs/cm		1684		
Salinité	‰		2		
Rs	Mg/l		2166		
<b>Minéralisation</b>					
Cations	Méq/l	Mg/l	Mg/l	Méq/l	Anions
Calcium	8	160.32	74.80	2.10	Chlorure
Magnésium	2.32	56.376	548.18	5.71	Sulfates
Na <sup>+</sup>	390	16.956	36.6	0.6	Bicarbonates
			18.765	0.30	Nitrates
totale	10.32			8.71	Totale
Pourcentage d'erreur					
<b>Paramètre de pollution</b>					
Ammonium	Mg/l		0		
nitrite	Mg/l		0.000		
fer	Mg/l		0.037		
Ortho phosphate	Mg/l		0		
Phosphore	Mg/l		0		
DBO5	mg O2/l				
<b>Autres paramètres</b>					
TH	F°		632		

**Tableau- 16** d'analyse foggara Réservier

<b>Réservier</b>					
Renseignements fondamentaux			puits N°5		
			Date de prélèvement : 04/04/2015		
<b>Paramètre Physico chimiques</b>					
Température	C°		18.9°		
PH	-		7.44		
Conductivité	µs/cm		1313		
Turbidité	NTU		0.35		
TDS	µs/cm		656		
Salinité	‰		0.7		
Rs	Mg/l		2086		
<b>Minéralisation</b>					
Cations	Méq/l	Mg/l	Mg/l	Méq/l	Anions
Calcium	8.11	162.72	69.20	1.94	Chlorure
Magnésium	2.26	54.918	559.70	5.83	Sulfates
Na <sup>+</sup>	390	16.956	39.04	0.64	Bicarbonates
			18.964	0.30	Nitrates
totale	10.37			8.71	totale
Pourcentage d'erreur					
<b>Paramètre de pollution</b>					
Ammonium	Mg/l		0		
nitrite	Mg/l		0.000		
fer	Mg/l		0.000		
Ortho phosphate	Mg/l		0		
Phosphore	Mg/l		0		
DBO5	mg O2/l				
<b>Autres paramètres</b>					
TH	F°		632		

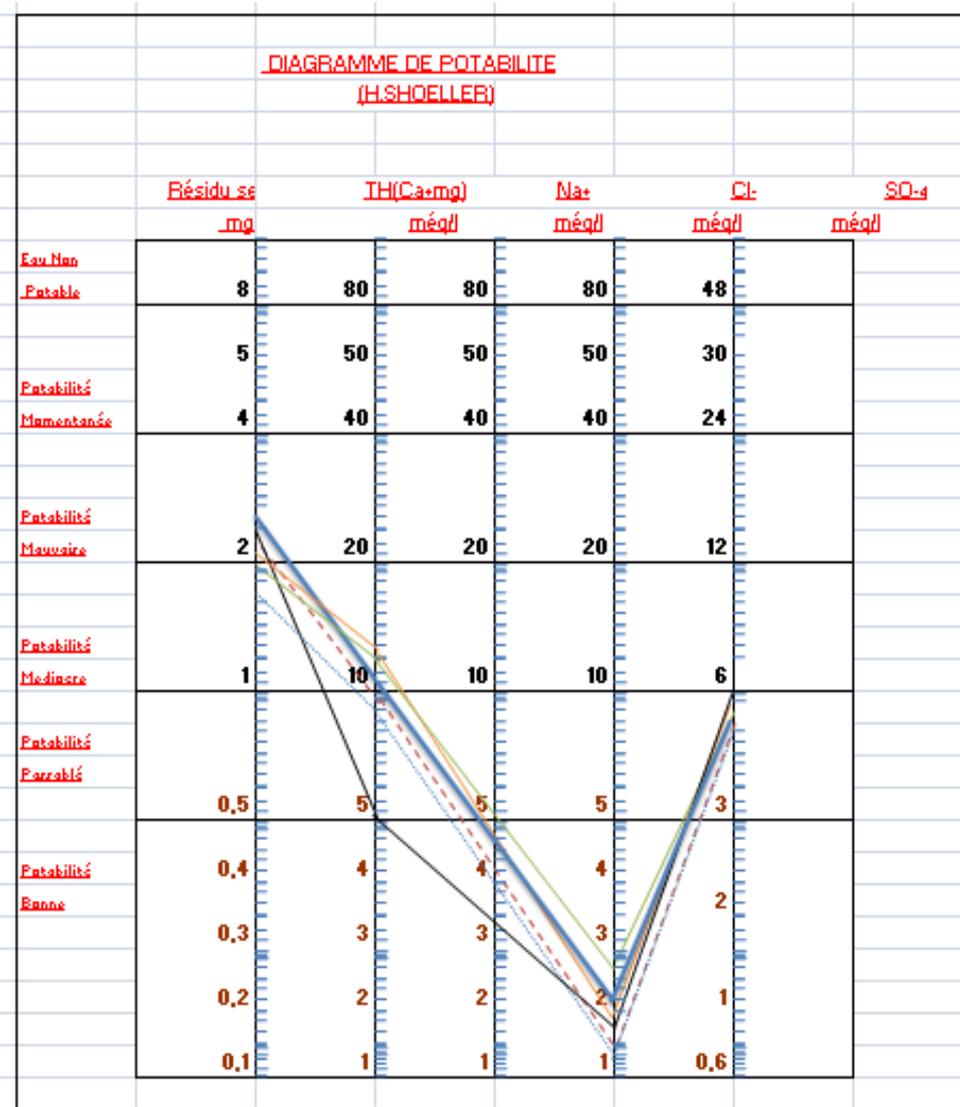
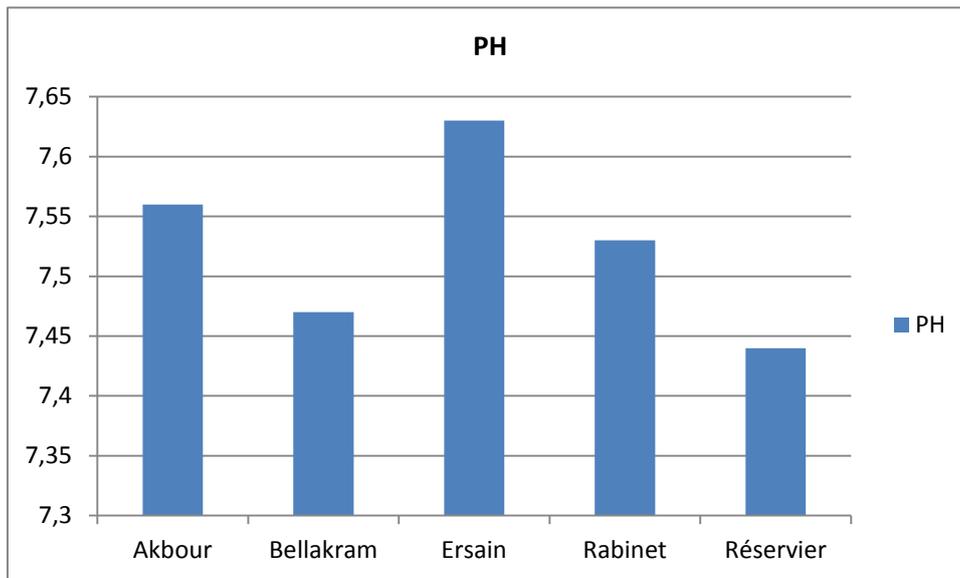
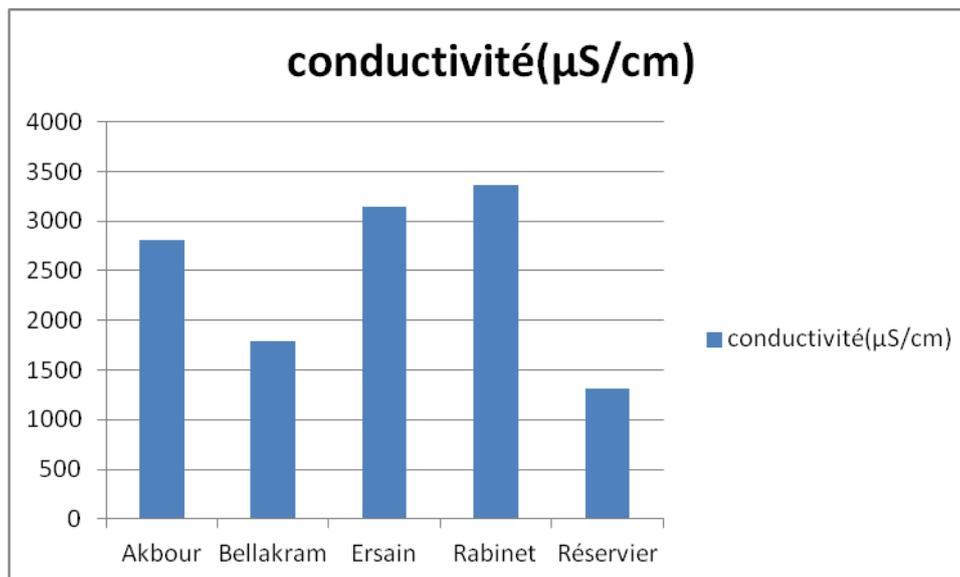


Figure 21 : DIAGRAMME DE POTABILITE POUR LES PUITIS

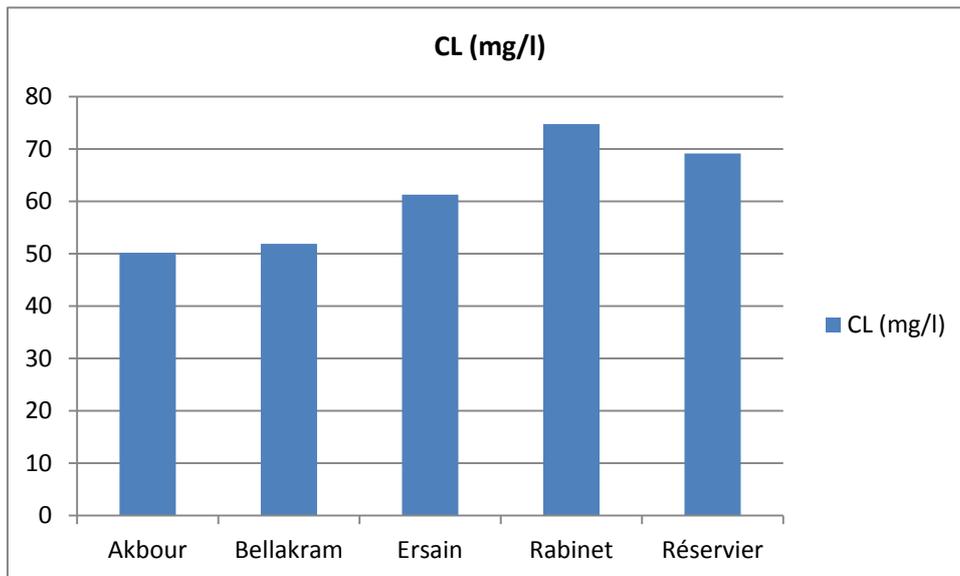
- Akbour
- Bellakram
- Ersain
- Rabinet
- Réservier

**Figure 22** *L'évaluation du PH*

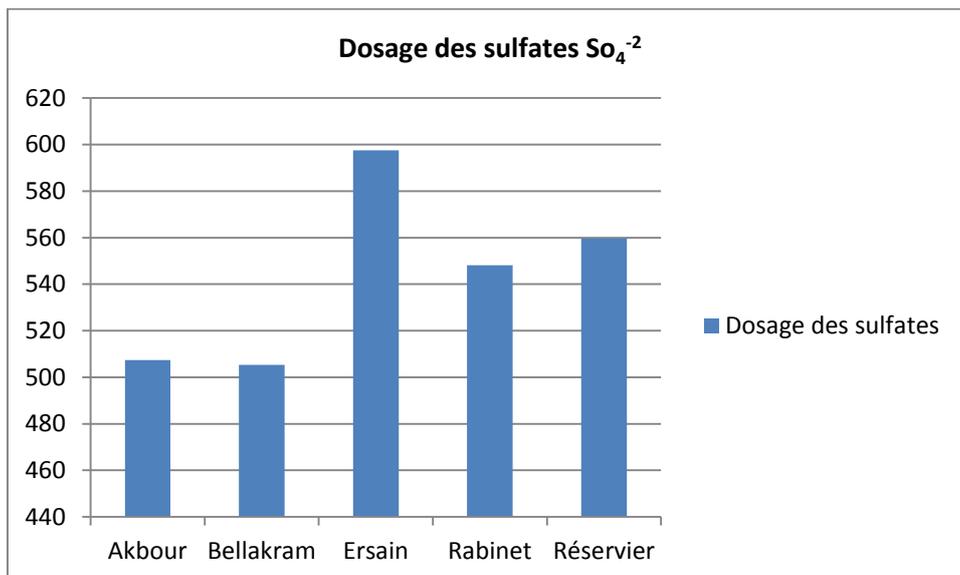
Les échantillons

**Figure 23** *L'évaluation de la conductivité électrique*

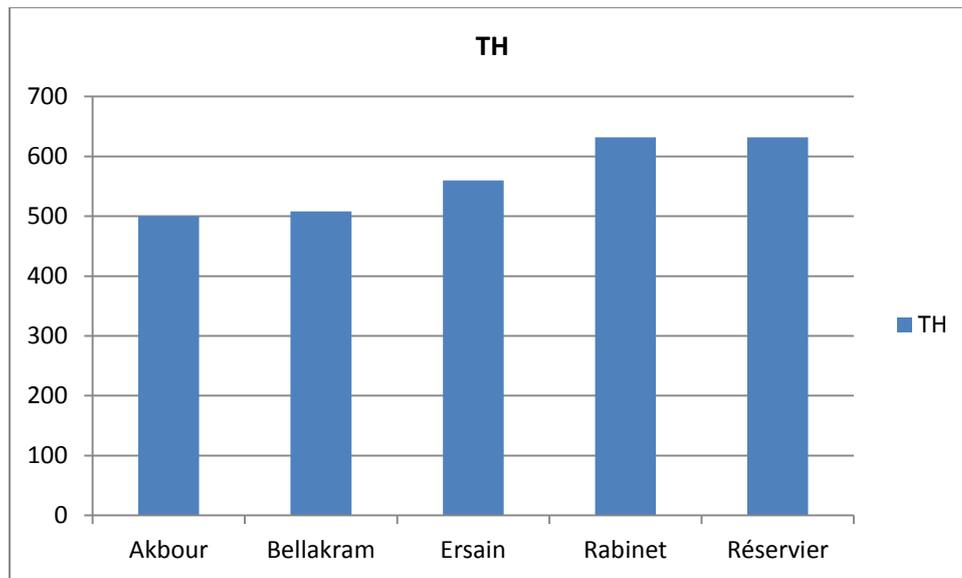
Les échantillons

**Figure 24** *L'évaluation de teneur en Chlorures*

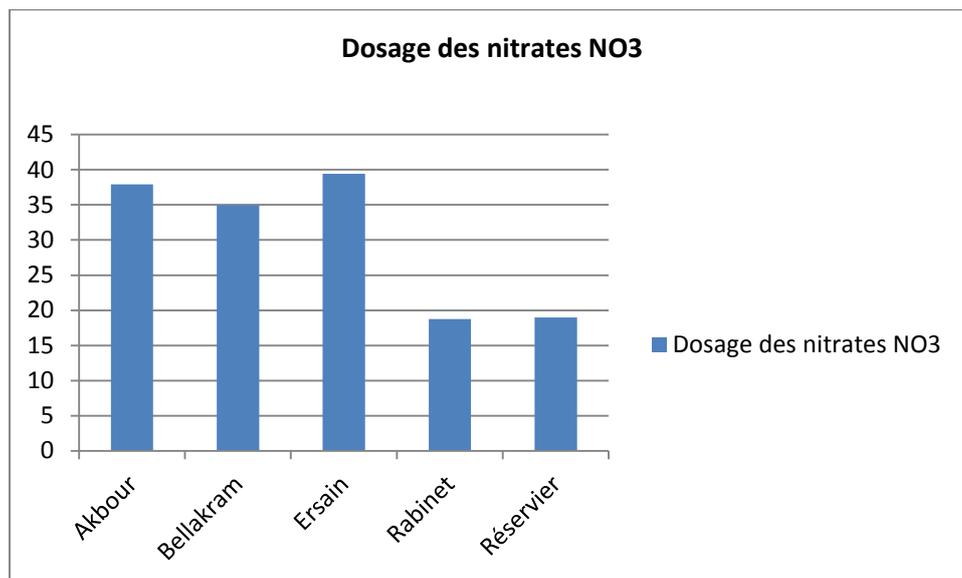
Les échantillons

**Figure 25** *L'évaluation de teneur en Sulfates*

Les échantillons

**Figure 26** L'évaluation du TH des eaux des puits

Les puits

**Figure 27** L'évaluation de teneur en Nitrates dans les eaux

Les puits

TABLEAU-17 GRILES DE QUALITE CHIMIQUE DES EAUX POTABLES

Paramètre et élément	Unité	OMS	CEE	NAP
Température	°C	-	25	-
PH	-	6.5-8.5	6.5-9.5	6.5-8.5
Conductivité	µs/cm	-	2000	28000
Minéralisation	mg/l	1000	1500	-
Turbidité	NTU	5	4	-
Dureté	°F	50	10 à 35	-
Résidus secs	Mg/l	2000	1500	-
calcium	Mg/l	200	100	200
magnésium	Mg/l	150	50	150
sodium	Mg/l	200	150	200
potassium	Mg/l	-	12	20
nitrate	Mg/l	44	50	50
nitrite	Mg/l	-	0.1	0.1
Ammonium	Mg/l	-	0.5	0.5
Chlorures	Mg/l	250	200	500
Sulfates	Mg/l	400	250	400
Phosphore	Mg/l	-	0.3	0.5
Fer	µs/cm	300	200	-
Manganèse	µs/cm	100	50	-
Cuivre	µs/cm	1000	-	-
Zinc	µs/cm	5000	5000	-
Oxydabilité par KMnO <sub>4</sub>	Mg/l	-	5	-

Suite aux résultats obtenus et qui sont présente dans les bulletins d'analyse (Akbour au Réservier) nous allons procéder à l'interprétation et le classement des éléments par rapport aux normes en groupes : élément qui répond aux normes, ceux qui dépassent les normes et ceux hors normes.

Une discussion des paramètres calculés ou dosés sont nécessaire pour connaître la qualité de notre eau de manier globale.

### IV.3 Interprétation des résultats

#### IV.3.1 Elément qui répond aux normes

##### IV.3.1.1 Nitrites

La teneur en nitrates dans tous les puits ne dépassent pas les 39.409 mg/l alors que les normes est de 50 mg/l.

Les nitrites constituent une phase intermédiaire instable dans l'eau de son oxydation biologique rapide en nitrates de ce fait son existence dans l'eau est à très faible doses.

La justification de la variation irrégulière de la teneur en nitrite d'un puits à l'autre doit se faire en liaison avec les analyses bactériologique.

#### **IV.3.1.2 PH**

La valeur du pH varie de 7.44 à 7.63 elle reste dans la norme (6.5 à 8.5) sa variation d'un forage à l'autre est liée principalement au contact de la chaux dans le sol et d'après ENDRE DUPONT cette dernière agit comme neutralisant de la quantité d'anhydride carbonique libre en formation des hydrogénocarbonates.

#### **IV.3.1.3 Les bicarbonates**

Pratiquement il n'existe pas des normes relative à l'alcalinité en, les carbonates ne présent aucun inconvénient pour la humain.

Pour notre résultat la teneur de bicarbonates varie ente 26,84mg/l à 51, 24 mg/l.

### **IV.3.2 Elément qui répondent aux normes dans certains puits**

#### **IV.3.2.1 Magnésium**

La teneur en magnésium des eaux varies de 40,572 à 56,376 mg/l sauf 153,8mg/l, et d'une façon générale répond à la norme qui est de 100 mg/l.

#### **IV.3.2.2 Calcium**

La teneur en calcium pour le puits N°5 Répond au normes (200 mg/l).

L'existence de calcium dans l'eau est dû essentiellement à l'action du anhydride Carbonique CO<sub>2</sub> libre sur la formation de lithologie calcaires et la dissolution des gypses.

L'influence de calcium de l'eau sur la consommateur a été souvent discutée, cependant les recherches et les étude statistiques ont montrées qu'il aurait de relation dose- effets sur la santé de l'individu [17].

Il est noter qu'un dépassement présent de sérieux inconvénients pour les usages domestique et l'alimentant des chaudières.

### IV.3.2.3 Potassium

Pour les normes internationales. On notera que la quantité d'inexistant.

L'existence du potassium dans l'eau est liée à la lithologie de la région étant donné que cet élément entre dans la composition des argiles qui se trouvent dans les couches géologiques.

### IV.3.2.4 Ammonium

Pour les normes internationales. On notera que la quantité d'inexistant.

## IV.3.3 Elément qui dépasse les normes

### IV.3.3.1 Chlorures

L'eau analysée présente un excès en chlorures d'une façon générale il atteint les 74.80 mg/l pour le puits 4 alors que la norme est de 250mg/l.

La teneur en chlorures dépend de la teneur des métaux alcalins ( $K^+$ ,  $Na^+$ ) et des métaux alcalino-terreux ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{+2}$ ) auxquels ils se trouvent associés sous forme de sels solubles et puisque 3/4 de ces éléments se trouvent en état d'excès, il est tout à fait logique que les chlorures le soient également, en plus, sa propriété lessivante fait qu'il soit présent dans toutes les eaux.

Le gros inconvénient des chlorures de sodium est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau surtout lorsqu'il s'agit de chlorures de sodium le cas de l'ensemble de nos puits.

### IV.3.3.2 Sulfates

La teneur des sulfates est très élevée ou on remarque que la teneur en cet élément dans tous les puits sont hors normes (400 mg/l), ils dépassent les 1000mg/l. Son existence est liée essentiellement à la dissolution des gypses.

Sur le plan sanitaire et en dehors du goût désagréable communiqué à l'eau ainsi que les diarrhées chez les enfants, on peut également signaler certains effets laxatifs des sulfates en particulier s'ils sont associés au magnésium et au sodium [18].

Dans certaines conditions ils peuvent entraîner une attaque de béton et accélérer la corrosion du fer.

### VI.3.3.3 Conductivité électrique

En comparaison avec la norme (2000  $\mu\text{s/cm}$ ) notre eau est très conductrice, et elle atteint les 3370  $\mu\text{s/cm}$ .

La variation irrégulière de la conductivité électrique dépend de la présence d'ions pouvant se déplacer et par conséquent conduire le courant électrique.

### IV3.3.4 Dureté hydrotimétrique

Les eaux dont on dispose présentent une dureté élevée dépassant la norme de 500% à 632% la norme étant de 50°F.

La variation de la dureté d'un puits à un autre est liée principalement à la lithologie de la région, en effet les terrains gréseux présentent une dureté moins élevée.

Ces eaux dures présentent des inconvénients surtout d'ordres ménagers tels que la diminution du pouvoir détersif du savon entraînant ainsi une consommation supplémentaire de ce produit.

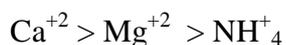
### IV.3.3.5 Résidus sec

L'excès des résidus secs gêne l'aération de l'eau en provoquant la fermentation, les mauvaises odeurs.

\*Les faibles teneurs en oxygène dissous et due soit par la présence de la matière organique ou minérale.

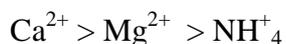
\*L'ordre d'abondance des cations (méq/l) obtenue sur les puits sont :

Puits 2 :



Cet ordre de distribution des éléments est pratiquement conservé dans les autres puits échantillonné, la seule différence est observée au niveau du puits 1

Puits 1 :



Et celui des anions (méq/l):

$\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$

Les résultats d'analyses obtenus indiquent des teneurs très élevées en sels dissous au regard des normes, cet excès en sels donne un goût saumâtre à l'eau, cet excès est due peut être à l'infiltration des eaux industrielles et les eaux stagnantes.

# CONCLUSION

## Conclusion

Notre étude a pour but d'évaluer la qualité des eaux albiennes destinée à la consommation humaine de la commune de d'In-ghar. On a déterminé leur qualité physico-chimique.

La qualité d'une eau souterraine est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques, déterminant à leur tour des caractères organoleptiques seuls immédiatement perceptibles pour l'utilisateur.

L'eau destinée à la consommation humaine doit respecter un certain nombre de paramètres qui définissent sa potabilité. Chaque paramètre ne doit pas dépasser une valeur limite qui est égale généralement à la concentration maximale admissible de la norme CEE et OMS.

D'après les résultats d'analyse physico-chimique on trouve que la qualité des eaux des forages est conforme aux normes grâce à leur profondeur qui sont loin de source de contamination fécale par contre, l'eau de puits, on trouve tous les éléments de pollution qui conduit à conclure que l'eau de puits de mauvaise qualité bactériologique non potable à cause des rejets proches de lui et l'infiltration des eaux usées et fissure de paroi et peu profond.

L'interprétation des diagrammes de SCHOELLER nous a indiqués une eau de qualité bonne à médiocre, cela indique aussi qu'elle est dans les normes de potabilité,

Concernant les teneurs en nitrates,  $\text{PO}_4$  et  $\text{NH}_4$ , en tant qu'indicateur de pollution, leur présence dans les eaux étudiées à des teneurs très faibles à l'exception des nitrates (39 mg/l) ce qui confirme que les nappes exploitées sont à l'abri de toutes menaces possibles de pollution.

Cependant les teneurs observées en  $\text{SO}_4^{2-}$  et qui dépassent les normes de potabilité pour certains forages n'est pas un critère de la non potabilité des eaux sauf pour les enfants (risque de diarrhée), leur présence semble provenir de la dissolution du gypse.

Cette étude a fourni un certain nombre d'informations très utiles sur la qualité des eaux.

D'une façon générale on conclure que l'eau souterraine soit généralement de meilleure qualité que l'eau de surface pour la consommation humaine.

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques

- [1]- دراسة مراجعة المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لبلدية اينغر الملف النهائي : التقرير التوجيهي مكتب الدراسات بن الشيخ -2008.
- [2]-Ben yazzaAbdelmalek2014Evaluation des facies hydro-chimique des souterraines la région d'in-Salah (wilaya de Tamanrasset) mémoire master professionnel univ.ouargla.
- [3]- Etude d'avant –projet détaillé de l'alimentation en eau potable de la ville de Tamanrasset à partir de in-Salah n°270/03du15.03.2004
- [4]- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Volume I. Carte des productions végétales, art. 8, Toulouse, 47p.
- [5]- Baba Amer.Z « L'analyse de l'eau physico-chimie, microbiologie » uni. Ghardaïa 2014.
- [6]-Collection Microsoft : Encarta 2005,1993-2004 Microsoft Corporation.
- [7]-Eric Gilli. : Hydrogéologie (objets, méthodes et applications), Dunod, Paris.2004.
- [8]- DEGUMENT : Mémento technique de l'eau. Edition Dégerment, Paris, 1989
- [9]- ناصر الحايك: طرق تحليل المياه ,ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر 1989 .
- [10]-.MATREVELI.V : Mécanique des fluides, 1990.
- [11]-RODIER. J BERNARD L , MERLET N (1984) L'analyse de l'eau 9 édition Dunod Belgique
- [12]-RODIER. J BERNARD L , MERLET N (1996) L'analyse de l'eau 9 édition Dunod Belgique
- [13]-RODIER. J BERNARD L , MERLET N (2005) L'analyse de l'eau 9 édition Dunod Belgique
- [14]-DESJARDINS R « Le traitements des eaux » Edition 2 Canada 1990.
- [15]-Messrouk H., Contribution à l'évaluation et au traitement des eaux usées dans la région de Ouargla : Cas des composés phénoliques, Thèse de magister, Université KasdiMerbah Ouargla, 2011.

## Références bibliographiques

---

[16]-GHEDDA K « Qualité, pollution, vulnérabilité et protection des ressources en eau ».ONEP DCE 68. 2005

[17]-Sibylle SCHMIDH ,(1994) ‘Compendium de normes ISO environnement qualité de l’eau » tome 2 Méthodes chimiques ISO, Suiss ISO (1986)

[18]- N.CHAOUCH (1996). Etude de la composition chimique et approche de la qualité des eaux souterraines destinées a l'alimentation en eau potable au niveau de la cuvette de Ouargla) thèse ingénieur d'état en chimie industrielle univ. Kasdi merbah Ouargla

## Abstract:

The Object of This work is to define the physical -chemical character of water and groundwater Albian. For this, a series of measurements and analysis was conducted on five (5) points underground water. This has allowed a characterization the quality of groundwater for use in water supply, irrigation, and even livestock.

The evaluation of the hydrochemical quality standpoint potability reveals that the majority of water from the Albian and water table quality are consistent with OMS standards.

Keywords : physico-chemical character, IN-GHAR, measurements, standards, foggaras.

## Résumé :

L'objet de ce travail est de définir le caractère physico-chimique des eaux de la nappe phréatique et albien de la région IN-GHAR. A cette fin, Une campagne de mesures et d'analyses était effectuée sur (5) points d'eau souterrains. Ceci nous a permis de caractériser la qualité de ces eaux souterraines en vue de leur utilisation dans l'alimentation en eau potable, l'irrigation, et même pour l'élevage.

L'évaluation de la qualité hydrochimie point de vue potabilité révèle que la majorité des eaux de la nappe albien et phréatique sont de qualité conforme aux normes OMS.

Mots clés : Caractère physico-chimique, IN-GHAR, Mesure, Norme OMS, foggara.

## الملخص:

الغرض من هذا العمل هو وصف نوعية المياه للطبقة السطحية والعميقة لمنطقة اينغر . تحقيقا لهذه الغاية أجرينا القياسات والتحليل للمياه الجوفية لاستعمالها للشرب والفلحة وكذا الرعي . حيث قمنا بالمعايير الفيزيوكيميائية لهذه المياه الجوفية . ما سمح لنا بتبيان الخصوصيات الكيميائية لهذه الجودة. الهيدروكيميائية من ناحية الشرب بينت الدراسات ان غالبية للطبقتين موافقة لمعايير المنظمة العالمية للصحة

الكلمات الدالة: المياه الجوفية, التحاليل الفيزيوكيميائية, اينغر, المنظمة العالمية للصحة 'فقارة.