République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE d'ADRAR

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DES HYDROCARBURES ET ENERGIES RENOUVELABLES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN GENIE CHIMIQUE

Thème

Caractéristique physico-chimique d'eau de Timliha- Tamantit -Adrar

Soutenu le : Juin 2019

Présenté par	Membres de jury
Melle: Tiouririne Fouzia	**Président** : Mr Boussam Fayçal
Encadreur : Mr Hadj Kouidrer Mohammed	MAA Univ d'Adrar
MCB Univ d'.Adrar	**Examinateur :** Mr Rahmouni Mustafa
	MCA Univ d'.Adrar

Année Universitaire : 2018 / 2019

Remerciement

Avant tout propos, nous remercions Dieu le tout puissant qui donné sagesse et santé afin de réaliser ce modeste travail. Nous tiens à exprimer ma connaissance à toutes les personnes qui ont permis de mener à bien ce travaille.

A monsieur Boussem Fayçal a qui a bien voulu présider le jury. nous lui exprime tout notre gratitude .Monsieur Rahmouni Mustafa qui à accepte de faire partie ce jury et pour avoir accepté d'examinateur notre travaille.

A Monsieur Hadj Kouidr Mouhamed qui il m'a guidé et outenu Des conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire en me prodiguant de fructueux conseils et en me faisant bénéficier de son expérience et de ses connaissances . Nous lui demandons de trouver ici une expression de ma pure appartenance.

Mes grand remerciement vont à légard du Mr ANASRI Bahous le chef de laboratoire de ANRH , et tout personnelle de cette établissement pour avons aide à réaliser tous les analyse disponibles et nécessaire à notre étude et pour avoir répondu à toutes mes questions.

Aucun mot ne serait suffisamment fort pour gratitude envers Ma mère pour les exprimer ma conseils et son soutient tout au long de mes années d'études .

Pour finir, mes remerciements s'adressent également à touts ceux qui nous ont aidés de prés ou de loin et à l'ensemble de mes amis .

Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail.

À l'esprit de mon défont père ***Mahfoud***

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon bien être.

A ma très chère mère ***Aicha Moubaraka***

La source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte

à mes frères : Mouhamd, Abdalkarim ,Abdalgani, Zin adinne ,Abdabassat à ma sœur Fatiha à tout A toute ma grande famille Touririne. À tous les amis à l'Université Ahmed Daray Adrar.

A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon prof Mr Hadj Kouider Mohammed et tous enseignants de l'Université d'ADRAR.

FOUZIA.T

Chapitre I : Généralité		
Tabl.I.1	présentation de tension superficielle en fonction de température	11
Tabl.I.2-	présentation de masse volumique en fonction de température	12
Chapitre III : matériel et méthode		
Tabl.III.1	les échantillons étudiés	27
Chapitre IV: résultats et discussions		
Tabl.IV.1-	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux	41
Tabl.IV.2	Dureté des eaux en degrés français (^{0}F)	52
Tabl.IV.3	Balances ioniques	54

Chapitre I : Généralité		
Fig.I.1	Évolution du pH en fonction de la concentration en carbone minéral totatl	08
Chapitre II : « Généralité» Réseau hydrographique de Foggara dans la région de Tout		
Fig.II.1	Carte de positionnement des foggaras et forages de la zone d'étude sur image satellite	18
Fig.II.2	Réparation des foggaras dans zone d'étude	19
Fig.II.3	Vue d'ensemble des éléments de foggara	23
Chapitre III : matériel et méthode		
Fig.III.1	la carte géographique de la willaya d'Adrar	25
Fig.III.2	le potentiel hydrogène	28
Fig.III.3	conductivité mètre	
Fig.III.3	appareille pour mesure la turbidité	
Fig.III.4	Photomètre à flamme	
Chapitre IV: résultats et discussion		
Fig.IV.1	Représentation graphique de l'eau de Timliha sur le diagramme de PIPER	44
Fig.IV.2	Représentation graphique de l'eau de Timliha sur le diagramme du Schoeller	45
Fig.IV.3	Représentation graphique de l'eau de Timliha sur le diagramme de Stiff	46
Fig.IV.4	Représentation graphique des eaux diagramme de STABLER	47
Fig.IV.5	Représentation graphique des eaux diagramme de Durov	48
Fig.IV.6	Représentation graphique des eaux diagramme de Pie chart	49
Fig.IV.8	Représentation graphique des eaux diagramme de Ternary	51
Fig.IV.9	Le couple Na^+, Cl^-	52

Fig.IV.10	Le couple Ca^{++}, SO_4-	53
Les annexes		
Fig.1	la variation de TH, Ca^{++},Mg^{++} de eau de Timliha	
Fig.2	la variation de taux de HO_3et Cl^- dans le eaux Timliha	
Fig.3	évolution des éléments chimique dans l'eau en fonction de temps	

µm : Micro mètre

^{0}F: Degré français

mS/ m : Milliseconde sur mètre

mEq : Milliéquivalent

A.N.R.H : Agence National des Ressources Hydraulique.

C.I : Nappe du Continental Intercalaire

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

PH : Potentiel Hydrogène

CE : La conductivité électrique

U.V : Ultras Voilets

I.R : Infra Rouge

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH : Titre Hydrotimétrique

TMH: TrihaloMéthanes

Pt : couvertes de noir de platine

NTU : Unité Néphrélométrique de Turbidité

E.D.T.A : Acide éthylène Diamine Tétra-Acétique

CMT : Carbone Minéral Total

Fig. : figure

PE : Price d'esse

^{0}H : degré hydrotimétrique

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste de figures

Liste des abréviations

Chapitre I: Généralité

Introduction……1

1-Généralités sur l'eau……2

1.1- Propriétés physico-chimique..... 2

1.1.1- Propriétés chimique 2

1.2- propriétés physique de l'eau 9

1.2.1- PH (Potentiel d'hydrogène)……...….10

1.2.2- La conductivité électrique (CE)..... 10

1.2.3- température 11

1.2.4- Viscosité 11

1.2.5- Masse volumique..... 12

1.2.6- Tension superficielle..... 12

2- Le origine de l'eau 12

2.1-Les eaux souterraines 12

2.2-Eaux de surface 13

2.3-Eaux de robinet 13

2.4- Eau de source 13

2.5- Eau de table 13

2.6- Eau minérale 13

2.7- Eau thermale 13

3- les procèdes de traitement des eaux 14

3.1- Coagulation-floculation 14

3.2- Charbon actif..... 14

3.3- Aération : 15

chapitre II: «Généralité» Réseau hydrographique de foggara dans la région de Touat

1- Introduction..... 16

2- Définition de foggara 16

3-Différents types de foggaras 16

3.1- Foggara du Continental Intercalaire……..……..…16

3.2-Foggara du Tertiaire Continental et de la Dalle Calcaire…….……..17

3.3- Foggaras des alluvions quaternaires…….….17

4- Situation géographique des foggaras……..…..…..…17

5- Répartition des foggaras 18

6- Débits foggara de dans zone d étude..... 19

7- Les éléments d'une foggara 19

7.1- La captage……..…….……..…20

7.2- La distribution……..……21

8- Les facteurs influençant sur le fonctionnement de la foggara 23

8.1 La pente 23

8.2 La forme de la galerie…….....…...24

Conclusion……24

Chapier III : matériels et méthodes

1- Généralités……25
2- Objectif…….25
3- Matériels et méthode…….…25
3.1 Présentation de la wilaya d'Adrar …….....…….....25
3.1.1 Généralité sur A.N.R.H……26
3.2 le mode d'échantillonnage…….27
3.2.1 Les eaux étudiées……...28
3.3 Analyse physico-chimiques……..28
3.3.1 Analyse physique…….28
3.1.3 Analyse chimique…….. ……..32
3.1.4 Paramètre de pollution……..……37

Chapitre VI : Résultats et discussions

1) Introduction…….……..……...43
2) Analyse des éléments chimiques……..…….....……..44
a) paramètres organoleptiques……43
3) Classification de l'eau : la teneur en éléments majeurs……..…..……45
A) Classification de piper……...…...…..45
B) Diagramme de Schoeller…….…..46
C) Diagramme de Stiff……..…….....….47
D) Diagramme de STABLER ……..……..…..…...…48
E) Diagramme de Durov……..…….….…49
F) Diagramme de Pie Chart……..…..50
G) Diagramme de Radial……..……...51
H) Diagramme Ternaire…….…….…….....52
4) Relation chimique…….…….....……...54
A) Sodium-chlorure (Na^{+} et Cl^{-}) ……...54
B) Sulfate-calcium($Ca^{+2}SO_4$)……..……54
C) Magnésium-sulfate ($Mg\text{-}SO_4$)……..…….……56

D) Sulfata-calcium (SO_4-ca)……..57
E) Conductivité-Dureté (CE-TH)……..….....57
5) le titre hydrotimétrique (TH)…….58
6) Balance ionique…….……..59
7) Conclusion …….60

Introduction

Générale

Introduction générale

L'eau est un élément cosmique, au même titre que le soleil et la terre, elle est la condition de la vie. Malheureusement, dans plusieurs régions algériennes, surtout celles situées au Sahara, sont confrontées aujourd'hui à des problèmes liés à des aspects quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau.

Les eaux souterraines sont couramment les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable, ils sont moins vulnérables aux pollutions que les eaux de surface. Toutefois, certaines caractéristiques minimales sont exigées pour qu'elles puissent être exploitées comme eau potable qui doit, elle-même satisfaire à des normes de qualité physico-chimique et biologique. La qualité chimique et naturelle de ces eaux souterraines peut être modifiée par des activités anthropiques ou des phénomènes naturels. Ainsi, la composition quantitative et qualitative de l'eau souterraine en matières en suspension et dissoutes, de nature minérale ou organique détermine sa qualité.

Le présent travail s'intéresse à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux de Timliha et visé les caractéristiques physico-chimiques de ces eaux souterraines et préciser les variations potentielles de leur qualité et à comprendre leur origine.

La seguia de Timliha se situé au sud Ouest de la ville d'Adrar, habituellement connue par la qualité de ses eaux. Enfin, il est important de connaitre certains paramètres physico-chimiques de l'eau de cette seguia, qui pourraient être nuisible et cause des problèmes car la mauvaise qualité de l'eau est un problème de santé publique.

Cette étude contient les composants suivants :

Le premier chapitre "Généralité" expose les propriété physico-chimique d'eau et la technique de captage de Foggara ;

Dans deuxième chapitre "méthodologie" présente comme faire l'analyse de cette eau ;

Dans le troisième chapitre présentant la répartition des éléments chimiques ainsi que la détermination des différents polluants qui peuvent exister dans les eaux de Foggara et vous savez l'aptitude de cette à la potabilité et à l'irrigation.

Chapitre I

Généralité

1- Généralités sur l'eau

L'eau est vitale pour la vie, elle se trouve en générale dans son état liquide et possède à température ambiante des propriétés uniques : c'est notamment un solvant efficace pour la plupart des corps solides trouvés sur terre. L'eau est quelque fois désignée sous le nom de solvant universel. C'est une molécule simple aux propriétés complexes et une des rares substances à exister dans la nature sous les trois formes : gaz, liquide et solide.[10] (ouali p. , 2011)

1.1 Propriétés physico-chimique

1.1.1 Propriétés chimique

La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou d'autres usages (irrigation, industrie…etc.).

a) **Ammonium (NH_4^+)**

Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce qu'il réagit avec le chlore pour produire des chloramines, qui sont des désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables. Certaines bactéries prolifèrent aussi en transformant l'ammonium en nitrites (NO_2^-) puis en nitrates(NO_3^-). L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes. 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.[14] (RODIER, L'analyse de l'eau, 7ème édition. Dunod, 1974)

a) Le Calcium (Ca^2)

Le calcium est un métal alcalino-terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeure de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables.

Le calcium est composant essentiel pour les os du corps humain. Il aide aussi le fonctionnement des nerfs et des muscles. Le manque de calcium est l'un des principales causes de l'ostéoporose. Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100à 140 mg/l de calcium[12]. (Rodier, 1984)

b) le Potassium (K^+)

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

Le potassium à faibles doses ne présente pas de risque significatif. Mais il est à signaler que l'excès du potassium dans le corps humain provoque une hyperkaliémie. Ses symptômes sont principalement une défaillance du cœur et du système nerveux central qui finit par un arrêt cardiaque.[12] (Rodier, 1984)

c) Chlore (Cl_2)

C'est un désinfectant utilisé dans le traitement de l'eau dans le but de tuer ou enlever les organismes capables de donner une infection. Il affecte le goût et l'odeur de l'eau. Le chlore est toxique pour l'homme et les animaux à forte dose. Les kystes tels que les protozoaires, agent de l'amibiase ne sont pas détruits par le chlore et ils ont une résistance très caractérisée au chlore et doivent être éliminés par la filtration.[5] (Dégrémont : 9ème Ed. Tome 1., 1984)

d) Le Magnésium(Mg)

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

Il constitue un élément activateur pour les systèmes enzymatiques, (phosphatase, catalase) pour la synthèse des protéines et pour le métabolisme des lipides. L'insuffisance magnésique entraine des troubles neuromusculaires, l'intérêt du magnésium dans la thérapeutique de la spasmophilie est bien connu. A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau, s'ils ne provoquent pas des phénomènes toxiques, les sels de magnésium et surtout les sulfates ont un effet laxatif à partir de 400 à 500 mg/l (taux de magnésium dans l'eau doit se faire en liaison avec les sulfates). Elément essentiel de la nutrition chez l'homme et l'animale, la concentration maximale.[12] (Rodier, 1984)

e) Le Sodium (Na^+)

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

augmenter le risque d'hypertension artérielle. Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'a pas de valeur limite standard.[12] (Rodier, 1984)

f) Les Chlorures (Cl^-)

La présence de chlorures dans l'eau de boisson peut être attribuée à des sources naturelles, aux eaux d'égouts et aux effluents industriels, à la pollution provenant du salage des routes et à des intrusions salines. Une concentration élevée de chlorures affecte le goût de l'eau et, accélère la corrosion des métaux dans le réseau en fonction de l'alcalinité de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau.[5] (Dégrémont : 9ème Ed. Tome 1., 1984)

g) Les Sulfates ($SO4^{-2}$)

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

La propriété principale des sulfates sur la santé est une action laxative est plus importante en présence de magnésium et de sodium, utilisées d'ailleurs dans le thermalisme. Les concentrations maximales admissibles en sulfates sont de l'ordre de 400mg/l selon la norme d'OMS.[12] (Rodier, 1984)

h) Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniaque, nitrite…etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Toutes les eaux destinées à la consommation humaine devant avoir une teneur en nitrate sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

Toutes les eaux destinées à la consommation humaine devant avoir une teneur en nitrate sont voisines ou inférieur à 50mg/l (selon les normes d'OMS).[12] (Rodier, 1984)

i) Fer et manganèse

Ce sont des impuretés minérales sans effets appréciables sur la santé. Ces métaux peuvent provoquer une coloration et sont à l'origine de dépôts dans les réseaux. Des corrosions peuvent en résulter. Par ailleurs ils affectent les paramètres organoleptiques comme d'autres métaux cuivre, aluminium, zinc.

Dans les eaux de surface, le fer et le manganèse se trouvent en général à l'état oxydé et précipité ; ils sont donc éliminés par les traitements classiques de clarification.[5] (Dégrémont : 9ème Ed. Tome 1., 1984)

j) Phosphates

On retrouve assez souvent des phosphates dans les eaux et habituellement la quantité ne dépasse pas 1mg/l en PO_4^{-3} . Dans l'eau de puits, la présence de phosphates peut être liée à une contamination par infiltration en provenance de fosses d'aisance ou de fumier. Dans le cas des eaux de surface ou de nappes, Il peut s'agir d'infiltration d'eaux résiduaires industrielles ou d'eau de puits ayant traversé des terres cultivées renfermant des engrains phosphatés. Les phosphates sont des anions qui s'attachent très facilement aux minéraux du sol. Dans certaines régions et en particulier dans les zones phosphatiques, la plupart des eaux renferme des traces dues aux terrains.[5] (Dégrémont : 9ème Ed. Tome 1., 1984)

k) Matières organiques

D'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux et animaux vivant à la surface du bassin versant ou dans la rivière et qui se décomposent après leur mort.

Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne, le contenu en éléments organiques carbonés est aujourd'hui considéré comme un facteur primordial dans la maîtrise de la qualité micro biologique de l'eau dans le réseau. Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur.[3] (celleric, 2002)

l) L'eau solvant

Et ça laquelle est due à des forces électrostatiques qui peuvent être : . Interatomiques Fortes liaisons chimiques: liaisons de covalence (entre atomes), liaisons ioniques (atome électrons). .Intermoléculaires Liens de cohésion entre molécules (liaisons hydrogène).qui assurent la liaison générale de l'ensemble. les divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre pour les remplacer par de nouveaux liens avec ses molécules propres, et à forger de nouvelles structures: il se produit une véritable réaction chimique (solvatation). Une solvatation complète est une dissolution.[4] Degremont (2005).

m) Oxydoréductions

$$2H_2O \rightleftharpoons 4\,H^+ + O_2 + 4\,é$$

$$2H_2 + 2\,é \rightleftharpoons 2\,OH^- + H_2$$

Dans le premier cas, l'eau est donneur d'électrons; elle est réductrice: l'accepteur d'électrons est un oxydant En présence de l'eau un oxydant libère de l'oxygène. Dans le deuxième cas, l'eau est un accepteur d'électrons; elle est oxydante: le donneur d'électrons

est un réducteur. En présence de l'eau, un réducteur libère de l'hydrogène. Mais les réactions sont très lentes en l'absence de catalyseurs et l'on peut en général négliger l'action de l'eau du point de vue oxydoréduction.[4] Degremont (2005).

n) Le paramètre organoleptique

Une eau d'alimentation doit être liquide et fraiches exemple de couleur ainsi que l'odeur et de saveur désagréables

1- Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 µm. 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.[7] (Henry, 1991)

2- Goûts et Odeurs

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur « non désagréable ». La plupart des eaux , qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère.[7] (Henry, 1991)

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, le bioxyde de soufre SO_2 ou le sulfure d'hydrogène H_2S, ou organiques comme les esters, les alcools, les nitrites.[7] (Henry, 1991)

o) Alcalinité (TA- TAC)

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : phosphates, , tartrates… La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5. On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont :

1- le titre alcalimétrique (TA)

le TA correspond à la somme : $TA = [CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H_2CO_3] - [H_3O^+]$

Le TA correspond donc à la somme des concentrations des ions carbonates (CO_3^{2-}) et des ions hydroxydes (OH^-). Mais, à partir du seul résultat de la mesure, il n'est pas possible de différencier la part du TA qui correspond aux carbonates de celle qui correspond à la concentration en ions hydroxyde. Pour évaluer précisément ces concentrations, on doit recourir à des calculs quelque peu rebutants utilisant d'autres données telles que le pH et le TAC. Ainsi la mesure du TA ne présente qu'un intérêt limité. Comme pour le dosage du CO_2 libre le TA s'annule lorsque :

$[CO_3^{2-}] + [OH^-] = [H_2CO_3] + [H_3O^+]$

Le pH de fin de dosage varie d'environ 7 à 8,3, en fonction de la concentration de Carbone Minéral Total – CMT, mais dans la plupart des cas le pH de virage est voisin de 8,3. Ainsi les eaux présentant un pH inférieur à 8,3 ont un TA qui est nul.[13] (RODIER, L'analyse de l'eau, 9e édition)

2- Le titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC correspond à la somme : $TCA = [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H_3O^+]$

Il s'annule en toute rigueur lorsque : $[HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] + [OH^-] = [H_3O^+]$

Dans ces conditions $[CO_3^{2-}]$ et $[OH^-]$ sont le plus souvent négligeables devant $[HCO_3^-]$ pour autant que l'eau contienne du CO_2 dissous et l'expression peut se simplifier à l'égalité

$$[HCO_3^-] = [H_3O^+]$$

Or, de la relation de première dissociation de l'acide carbonique ci-après,

. $K_1 = \frac{[H3O+].[HCO3-]}{[H2CO3]}$

On peut en déduire : $[H_3O^+]^2 = 2\ K_1\ [HCO_3^-]$

Ou encore $pH = \frac{1}{2}(pK_1 - \log [H_2CO_3]$

Ainsi, le pH de virage du dosage du TAC varie en fonction de la concentration de l'eau en CMT comme le montre la figure « Évolution du pH de virage du TAC en fonction de la concentration en carbone minéral total.[14] (RODIER, L'analyse de l'eau, 9e édition)

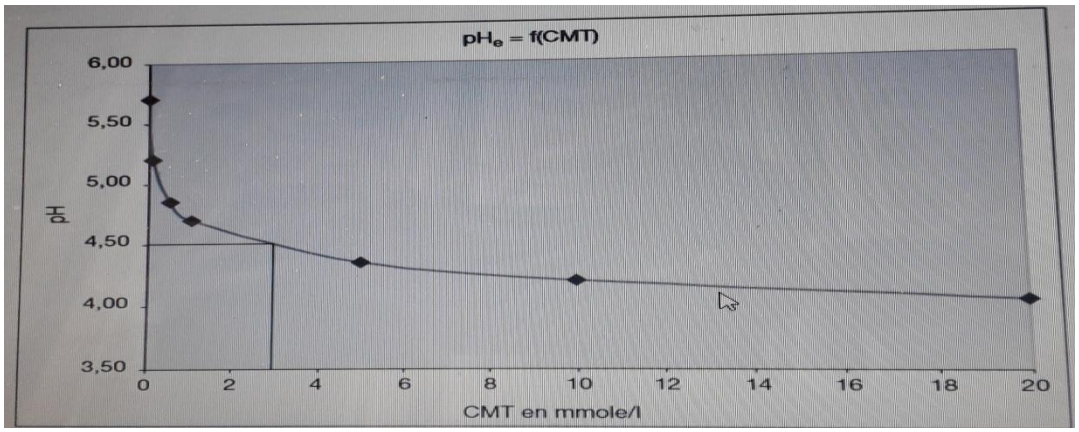

Fig I.1- Évolution du pH de virage du TAC en fonction de la concentration en carbone minéral total

On peut voir sur la (figure I.1) ci-dessus le pH de virage est approximativement de 4,5 est adaptée pour la mesure du TAC des eaux présentant un carbone minéral total de l'ordre de 5 mmol. L^{-1}, ce qui peut être le cas d'eaux fortement minéralisées, mais est inadaptée pour des eaux peu minéralisées. On utilisera donc un mélange de vert de bromocrésol et de rouge de méthyle dont le pH de virage est voisin de 4,5.

Enfin, la détermination des concentrations des ions hydrogénocarbonate, carbonate et hydroxyde, à partir des résultats de mesures du TAC et du pH, ne peuvent donner qu'une évaluation approximative.[13] (RODIER, L'analyse de l'eau, 9e édition)

p) La dureté de l'eau (Le titre hydrotimétrique)

Définitions La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en mleq de concentration en $CaCO_3$.[13] (RODIER, L'analyse de l'eau, 9e édition)

Dans l'eau sont déterminés :

- la dureté totale ou titre hydrotimétrique TH qui est la somme des concentrations calcique et magnésienne ;
- la dureté calcique qui correspond à la teneur globale en sels de calcium ;
- la dureté magnésienne qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium ;

- la dureté carbonatée correspond à la teneur en hydrogénocarbonate et carbonate de calcium et de magnésium. Elle est égale au TAC si le TH est supérieur au TAC et au TH, si le TAC est supérieur au TH ;
- le titre alcalimétrique TA qui correspond aux alcalis libres et aux carbonates alcalins caustiques ;
- la teneur en anhydride carbonique libre ;
- la dureté permanente ou non carbonatée P correspond à la dureté qui persiste après ébullition de l'eau. Elle représente la teneur en sulfates et chlorures de calcium et de magnésium. Elle est égale à TH – TAC à condition que l'eau ne renferme pas de bicarbonate de sodium. Dans le cas contraire, le TAC est majoré de 1° pour 16,8 mg de $NaHCO_3$ par litre d'eau ;
- la dureté temporaire qui n'est autre que la différence entre la dureté totale et la dureté permanente TH – P. Si la dureté totale est égale ou inférieure à la dureté carbonatée, elle est entièrement due aux hydrogénocarbonates et aux carbonates si elle est plus élevée, il existe une dureté non carbonatée qui, en fait, correspond à la dureté permanente (sulfate de calcium et de magnésium et accessoirement chlorures et nitrates).
- Le degré hydrotimétrique ou degré français (°H ou °F) représente la dureté d'une solution contenant 10 mg de carbonate de calcium au litre, soit 4 mg de calcium, c'est-à-dire 1/5 de milliéquivalent ou 0,1 mmol/L. Inversement, 1 mEq de Ca = 5 F^0.[13] (RODIER, L'analyse de l'eau, 9e édition)

1.1.1- Propriétés physique de l'eau

La polarité de la molécule d'eau et ses possibilités d'association par liaison hydrogène sont responsable de plusieurs anomalies caractéristique des propriétés physique. Les propriétés physiques les plus intéressantes pour le traitement de l'eau sont les suivantes :

a) PH (Potentiel d'hydrogène)

Ce paramètre est très important dans notre étude car non seulement il contrôle la corrosion mais aussi montre la stabilité de l'eau. Le pH est lié à tous les paramètres de qualité de l'eau. Aux PH inférieurs à 7 et dans les eaux polluées par les dérivés soufrés, il se forme le sulfure d'hydrogène (H_2S) qui donne à ces eaux une odeur (d'œuf pourri).[15] (Scott, 1980)

Il faut noter que l'action bactéricide du chlore augmente ou tend à augmenter pour les valeurs faibles du pH de l'eau, en particulier une augmentation de la teneur en CO_2 produisant une baisse du pH ; pour les eaux ayant une alcalinité, l'action du chlore sera plus grande pour les eaux contenant plus de CO_2 que celle en contenant moins.[5] (Dégrémont : 9ème Ed. Tome 1., 1984)

-Si le pH inférieur à 7 peut conduire à corrosion du ciment ou des métaux des canalisa

- Si le pH élevé peut conduire à des dépôts incrustant dans les circuits de distribution,

-pour cela les normes préconisent un pH compris entre 6.5 et 8.5

b) La conductivité électrique (CE)

Elle exprime la capacité de conduction de courant électrique d'une eau, Cette conductivité électrique est liée à la présence des ions dans l'eau, de ce fait il existe une relation entre la teneur des sels dissous d'une eau et sa conductivité. La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. C'est-à-dire la conductivité électrique constitue de ce fait un critère d'appréciation de la minéralisation[12]. (Rodier, 1984)

c) Température

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°c, car on admet que l'eau doit être rafraîchissante. Dans les eaux naturelles et au dessus de 15°c, il y a risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité.

Les variations de température saisonnières peuvent affecter les eaux, surtout quand elles sont superficielles ;[7] (Hunter, 1980)

température d'ébullition de eau est égal a 100 ^{0}C.[10] (ouali, 2011)

d) Viscosité

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.

C'est la propriété qu'a un liquide d'opposer une résistance aux divers mouvements soit internes, soit globaux, comme l'écoulement. Elle est à la base des pertes de charge et joue donc un rôle important en traitement d'eau. Elle diminue lorsque la température croit.[4] (Degment)

Tableau I.1 présentation de tension superficielle en fonction de température

T °C	Tension superficielle 10^{-3} N.m^{-1} (dyn.cm^{-1})	T °C	Tension superficielle 10^{-1} N.m^{-1} (dyn.cm^{-1})
0	75,60	50	67,91
10	74,22	60	66,18
20	72,75	70	64,4
30	71,18	80	62,60
40	69,56	100	58,9

e) Masse volumique

Par tassement de l'édifice moléculaire, la masse volumique varie avec la température et la pression. Pour l'eau pure, cette variation est la suivante :

Tableau I.2 présentation de masse volumique en fonction de température

T(c°)	Masse Volumique (Kg.dm^3)	T(c°)	Masse Volumique (Kg.dm^3)
0	0,99987	20	0,99828
4	1,00000	25	0,99707
10	0,99973	30	0,99567
15	0,99913	100	0,95838

f) Propriétés thermiques

Chaleur massique: 4,18 kJ/kg.°C (1 kcal/kg. °C) à 0°C. Elle varie avec la température en présentant un minimum à + 35 °C.

Les chaleurs latentes transformation sont pour la fusion de 330 kJ . kg-1 (ou 79 kcal.kg^{-1}) et pour la vaporisation 2250 kJ.kg^{-1} (ou 539 Kcal.kg^{-1}) à la pression normale et à 100 °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.[4] (Degment)

g) Tension superficielle

Elle caractérise une propriété des interfaces (surfaces limitant deux phases). 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. Elle est telle qu'elle provoque une ascension capillaire de 15 cm à 18 °C dans un tube de 0,1 mm de diamètre. La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température.[4] (Degment)

2- L'origine de l'eau

2.1- Les eaux souterraines

La porosité et la structure du terrain déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine. Le stockage et la circulation de l'eau de nappe peuvent se situer dans la totalité de la couche géologique considérée: c'est le cas des terrains poreux tels que sables, grès Le Caractéristiques générales c'est un La nature géologique du terrain a une influence déterminante sur la composition chimique de l'eau retenue. A tout instant, l'eau est en contact avec le sol dans lequel elle stagne ou circule Les eaux circulant dans un sous-sols.[4] Degremont (2005).

2.2- Eaux de surface

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Où Elles ont pour origine, À partir de des nappes profondes dont l'émergence constitue une source, de rivière, La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau. Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement.[4] Degremont (2005).

2.3- Eaux de robinet

La principale eau de robinet est une eau potable distribuée directement chez l'utilisateur (ménages, entreprises, bâtiments publics, etc.). Elle est transportée par un réseau de canalisations (source, forage, rivière, etc.) c'est un règle générale parfaitement saine, car elle est traitée contre les diverses pollution possibles.[10] (Ouali, 2001)

2.4- Eau de source

La dénomination eau de sources est réservée aux eaux bonnes pour l'alimentation humaine, introduites à leurs lieux d'émergence, telles qu'elles sortent du sol dans les récipients de livraison au consommateur ou dans les canalisations les amenant directement dans ces récipients. Leur exploitation ne peut avoir lieu qu'après déclaration préalable au préfet de département.[10] (ouali, 2011)

2.5- Eau de table

C'est une eau naturelle à laquelle sa composition ne permet d'attribuer aucune propriété thérapeutique.[10] (Ouali, 2001)

2.6- Eau minérale

Elles sont réservées aux eaux données des propriétés thérapeutiques provenant d'une source dont l'exploitation a été autorisée par décision ministérielle.[10] (Ouali, 2001)

L'eau minérale est issue de nappes d'eaux souterraines profondes et non polluées car inaccessibles aux rejets polluants de l'homme et aux bactéries.

Leur composition est stable puisque chaque marque d'eau minérale naturelle correspond à une source.[4] (Degment)

2.7- Eau thermale

Il s'agit d'une eau dont la température est supérieure à la température moyenne des eaux de nappe de la région. En général, la température des eaux régionales est très proche de la température moyenne annuelle de l'air dans cette même région. La température des eaux du sol et du sous-sol suit les variations de la température de l'air avec un décalage temporel et un amortissement qui augmente avec la profondeur. Au-delà de 1.50 m les variations temporelles sont assez faibles et rapidement en dessous de cette profondeur, la température peut être considérée comme constante (sauf cas particulier). Donc les eaux thermales sont des eaux dont la température est supérieure à cette valeur régionale. On distingue les eaux thermales de basse enthalpie (basse température) et les eaux thermales de haute enthalpie.[16] (www.pdf les eau thermique (vincent VALLES))

En effet, certaines eaux thermales, du fait de la température du réservoir, acquièrent des propriétés chimiques particulière, différentes des caractéristiques habituellement observées pour les eaux froides de surface. Du fait des températures qui peuvent être élevées dans le réservoir (200 ou 300°c), elles sont capables de dissoudre certains minéraux et s'enrichir en oligoéléments durant le long temps de contact, parfois plusieurs dizaines de milliers d'années, avec les roches du réservoir profond.[16] (www.pdf les eau thermique (vincent VALLES))

1) Les procèdes de traitement des eaux

Les procèdes utilisés pour rendre l'eau potable ont aussi pour but de corriger les paramètres organoleptiques en dehors de la température avec laquelle les acteurs de l'eau peuvent difficilement agir. Les efforts doivent donc se porter sur d'autres paramètres qui évoluent en fonction de la température.

Les principales techniques utilisées sont :

3.1- Coagulation-floculation

La coagulation est par définition le phénomène de déstabilisation des particules colloïdales, il peut notamment être obtenu par neutralisation de leurs charges électriques. L'agrégation des particules déchargées par transport et mise en contact les unes avec les autres, constitue la floculation. Elle conduit à la formation de flocons, ou floc, capables d'être retenus dans une phase ultérieure du traitement de l'eau.

NB : La coagulation-floculation permettent la neutralisation des colloïdes de l'eau et leur adsorption à la surface des précipités formés lors de la floculation. Certaines substances dissoutes peuvent également être adsorbées sur le floc. La coagulation-floculation ont pour but d'enlever la couleur, la turbidité, les algues, les bactéries, certaines substances responsables de goûts et odeurs.[3] (celleric, 2002)

3.2- Charbon actif

Le charbon actif a tout d'abord été utilisé pour améliorer les qualités organoleptiques d'une eau par élimination de matières organiques responsables de goûts , d'odeurs et de couleur. Mais avec l'accroissement de la pollution ; son emploi s'est étendu à l'élimination de nombreux polluants et micro polluants tels que les phénols, les hydrocarbures les pesticides, les détergents et même certains métaux lourds qui ne sont pas totalement éliminés par les procédés de coagulation –floculation - décantation et filtration sur sable. Il participe également à l'élimination des précurseurs de trihalométhanes (THM) et autres sous produits de chloration.[3] (celleric, 2002)

3.3- Aération

Une aération de l'eau peut être nécessaire si l'eau contient des gaz en excès tel que le sulfure d'hydrogène (H_2S), qui donne un goût très désagréable et s'élimine aisément par une simple aération atmosphérique.[3] (celleric, 2002)

Chapitre II

«Généralité»

Réseau hydrographique de Foggara dans la région de Touat

1) Introduction

Depuis plusieurs siècles, l'homme du Sahara a pu s'adapter à son milieu désertique, il a pu fertiliser en faveur un milieu aride et contribuer à la création et au développement d'un écosystème agricole malgré les conditions de vie extrêmement hostile que lui impose la nature (température étouffante, grande intensité du vent…etc.) grâce au génie technique des sociétés oasiennes d'extraction des eaux souterraines appelée la foggara.

2) Définition de foggara

Foggara est une technique traditionnelle du captage des eaux souterraines très répandue dans les Oasis. Elle consiste à capter l'eau souterraine à laide d'une galerie drainante souterraine qui sert à mener l'eau des profondeurs jusqu'à l'air libre par seul biais de la différence de charge hydraulique (écoulement gravitaire). Dans le Sahara algérien, les foggaras se situent à la périphérie du plateau du Tademaït. Les conditions d'installation y sont en effet particulièrement bien adaptées :

- l'existence de l'eau
- les conditions topographiques favorables (favorisent l'écoulement gravitaire de l'eau).
- l'existence des dépressions naturelles qui permettront l'installation des palmeraies.[9] (KOBORI, 1982)

3) Différents types de foggaras

Selon le contexte géologique et hydrogéologique dans lequel sont aménagées les foggaras, différents types peuvent être distingués.[2] (ANRH, 1998-2011)

3.1- Foggara du Continental Intercalaire

Foggara du Continental Intercalaire : Ce groupe contient le plus grand nombre des foggaras sahariennes (Touat, Gourara, Tidikelt). Dans les parties gréseuses du Continental Intercalaire (Gourara en particulier), la galerie est étroite, propre et bien taillée et ne dépasse guerre 0.60 m de largeur. Dans le Nord de Touât les eaux des foggaras traversent les formations calcaires en se chargeant de sels (sulfates, carbonates de chaux), ces derniers se déposent par couches le long des parois de la galerie. Lorsqu' ils rencontrent une aspérité, ces dépôts ont tendance à s'accumuler (concrétion calcaires), il se forme un étranglement qui, si l'on n'y prenait pas garde, pourrait se transformer en un véritable barrage. Dans la partie méridionale et au Tidikelt, les foggaras sont creusées dans les formations argilo-sableuses du continental intercalaire et sont moins bien taillées. Les

parois s'effritent, la galerie s'élargit, et se forme des grandes cavernes par l'effet d'éboulement.

3.2- Foggara du Tertiaire Continental et de la Dalle Calcaire

A la lisière sud de l'Erg, un certain nombre des foggaras sont creusées dans la dalle calcaire coiffant la hamada. Elles sont peu profondes (3.50 m au puits amont) et ont un fort débit.

3.3- Foggaras des alluvions quaternaires

Les plus typiques sont celles du Hoggar à Tamanrasset. Elles sont creusées dans les arènes et sables grossiers des alluvions de l'oued

4) Situation géographique des foggaras

D'après l'étude de la carte de positionnement des foggaras la (figure 4) montre l'alignement des foggaras à partir de la ville d'Adrar jusqu'à la ville de Reggan avec une direction Nord-Ouest Sud-Est, hydro géologiquement cette position représente la limite Sud-Ouest des affleurements de la nappe du C.I. Ces Foggaras, situées au Sud-Ouest du Grand Erg Occidental, sont réparties sur la périphérie du plateau de Tademaït, véritable château d'eau des Foggaras.

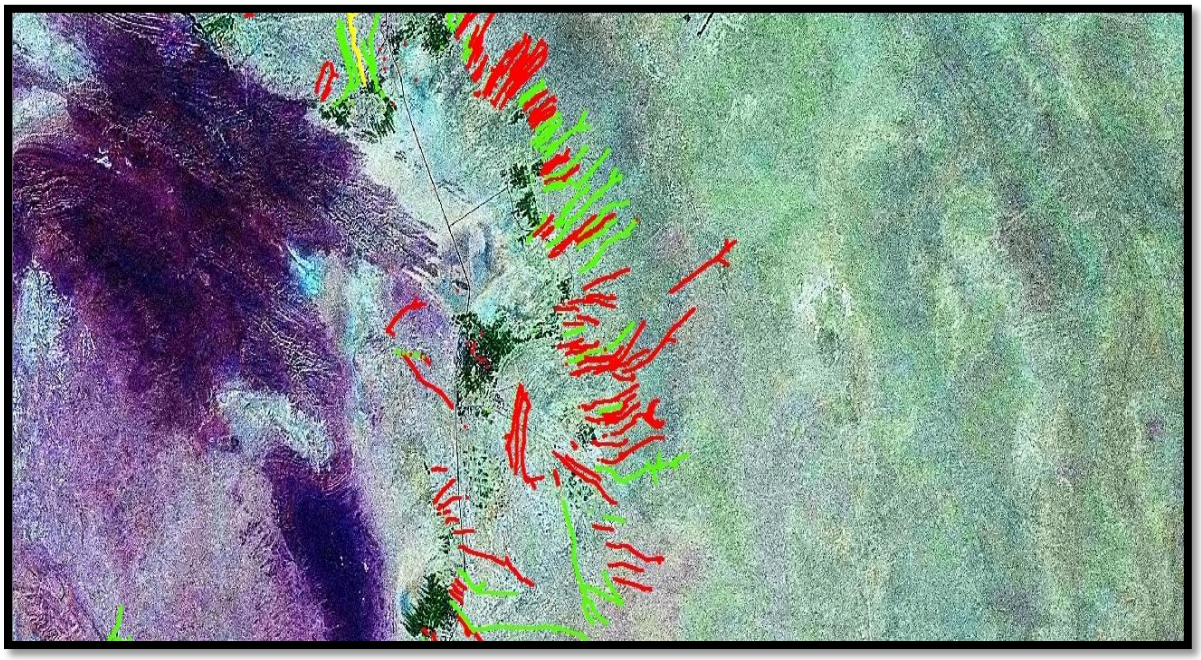

Fig.II.1 Carte de positionnement des foggaras et forages de la zone d'étude sur image satellite

5) Répartition des foggaras

En 1988, l'Agence Nationale des Ressources Hydriques révèle l'existence de 903 Foggaras "pérennes", d'une longueur totale de galerie de 2300 km équipées de 187.500 puits d'aération. En 2014, ce nombre a été revu à la baisse fait ressortir l'existence de 679 foggaras actives, 28 autres actives mais dont le débit tellement faible ne permet pas d'atteindre les palmeraies, en plus de 758 foggaras dont les eaux se sont taries et de 369 foggaras "définitivement perdues". La voie satellitaire montre 154.360 puits sur le tracé des systèmes de foggaras, depuis la région de Tsabit au nord de la wilaya, vers celles de Zaouiet-Kounta au Sud.

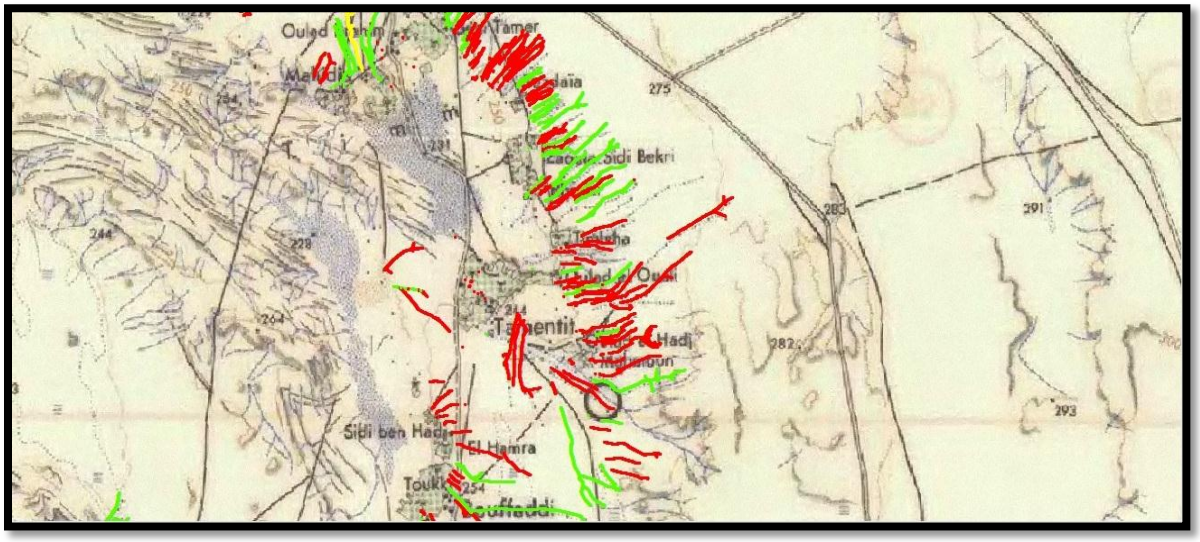

Fig.II.2 Réparation des foggaras dans zone d'étude

6) Débits foggara de dans zone d études

Les foggaras de Tamantit, constituent l'exutoire naturel de la nappe du Continental Intercalaire, d'après les résultats de l'année 1998 compagnes de jaugeages de débits.

Le débit global des foggaras a subi une réduction significative, il diminue de 3.5 m^3/s en 1998 à 1.5 m^3/s en mémé année.[8] (http://www.anrh.dz)

Tab.II.1-Débit des foggaras de Tamantit (année 1998)

Date Jaugeage	Débit Jaugeager
1998/08/01	3,5
1998/08/01	0,9
1998/08/01	1,5

7) Les éléments d'une foggara

Le système de Foggara est divisé en deux parties le captage et la distribution.

7.1- **Le captage**

Le captage de l'eau souterraine est assuré par une galerie de plusieurs kilomètres, de faible pente, qui draine l'eau de la nappe vers la surface libre. Cette galerie est équipée de plusieurs puits verticaux qui servent à l'entretien et à l'aération de la Foggara. a. La galerie La galerie est l'élément moteur de la Foggara.

a) La galerie

La galerie est l'élément moteur de la Foggara. Elle est constituée de deux parties :

- ✓ La première partie est le siège d'un écoulement en charge.
- ✓ la seconde partie est le lieu d'un écoulement à surface libre.

L'ouvrage se compose d'une galerie de section variable, de largeur variant de 50cm à 80cm et de hauteur allant de 90cm à 150cm. La longueur de la galerie peut varier de 1Km à 15km (figure4), tandis que la gamme du débit est de 1 L/s à 50 L/s .[11] (REMINI B, 2008)

Les Foggaras sont alignées d'Est en Ouest et sont soigneusement disposées afin d'éviter tout éventuel drainage qui pourrait endommager d'anciennes Foggaras voisines. La distance à respecter entre deux galeries doit être supérieure à 100 "*khamas"*. Le *Khamas* correspond à la longueur de deux bras ouverts et tendus d'un homme de taille normale, soit 2 mètres environ. La galerie est composée de plusieurs "*Enfad*", terme désignant le tunnel entre deux puits. En règle générale, la distance moyenne entre deux "*Enfad"* avoisine les 13 mètres. La galerie se termine par *l'Aghissrou* qui représente la partie située entre le premier puits, compté à partir de la sortie, et la *Majra.* Cette partie peut être couverte par des pierres plates.[1] (ABIDI, 2010)

L'étude de l'alignement des foggaras montre que les galeries de la majorité des foggaras sont ramifiées, la partie amont de la foggara prennent à la fin la forme de signe «Y».

b) Les puits « Hassi »

Les puits « *Fouaha* » sont la partie visible de la foggara, à l'intérieur des villes ils considérées font un objet esthétique. La galerie de la foggara est une succession de puits verticaux, la distance qui sépare les puits entre eux, elle change d'une région à l'autre selon le type de terrain traversé à Adrar et à Timimoune, la longueur varie entre 07 et 40 m. La profondeur des puits varie suivant le niveau statique de la nappe et la topographie de la région, peu profonds à Adrar que dans les autres villes. Au début de

la réalisation de la foggara, les puits servent à l'évacuation des déblais ou à l'apport de remblais. Une fois en exploitation, ces puits sont utilisés comme accès pour l'entretien et pour l'aération de la galerie. Leur profondeur varie de 1 à 40m et leur diamètre de 0,5m à 1m. Les puits sont alignés parallèlement au sens d'écoulement de la nappe avec une direction NE-SW, pour augmenter le débit de la foggara, des puits sont ajoutés à gauche et à droite de l'alignement principal, des puits pour la deuxième galerie.

c) L'Aghisrou

C'est la partie où la galerie sort en surface, il est situé entre le premier puits et le canal principal « *Majra* », généralement recouvert par des plaquettes de ciment ou de roche avec de l'argile. La longueur de l'Aghisrou dépend de la profondeur du premier puits et du niveau de sol, sa longueur est de quelques mètres à des centaines de mètres.

d**) Canal Principal « Majra »**

C'est un canal de forme rectangulaire qui sert à conduire l'eau vers le peigne répartiteur *« Ksaria»*, sa longueur est de quelques mètres à quelques kilomètres, il est construit par des argiles, actuellement ces canaux sont en ciment et même en PVC, pour minimiser les pertes par infiltration.

7.2- La distribution

La distribution de l'eau s'effectue juste à la sortie de la galerie et repose sur quatre éléments majeurs qui sont : Kasria (répartiteur); Seguia (canal), Madjen (bassin de récupération) et Gamoun (Jardin). Une fois l'eau arrivée à la sortie de la galerie, elle est répartie entre les propriétaires par la Kasria. Le cheminement de l'eau jusqu'au Madjen s'effectue par l'intermédiaire des Seguias.

a) Peigne Répartiteur « Kasria »

A la sortie de la Foggara, l'eau est répartie par un peigne appelé "*Kasria"* ou « *Qasri* », conçu en pierre plate de forme triangulaire ou rectangulaire construit par des argiles, actuellement en ciment pour stocker l'eau avant d'être répartie entre les copropriétaires. Le bassin est muni d'un tranquillisateur pour amortir la vitesse avant de passer par le Machte « brosse » d'où chaque part d'eau sera canalisée par une Seguia vers le jardin le plus loin dans la palmeraie. Le peigne est doté de plusieurs ouvertures de dimensions variables. Plusieurs types de Kasria peuvent être observés dans la palmeraie :

La Kasria Lakbira ou bien peigne principal est un bassin de forme triangulaire coupé à sa base par un répartiteur jouant le rôle de tranquillisateur d'eau. Il permet non seulement d'amortir et de calmer l'écoulement avant sa répartition mais aussi la mesure du débit. La

Kasria Lakbira reçoit la totalité du débit de la Foggara qui est alors réparti en 3, 4 voir les rigoles (Seguias).

La Kasria Secondaire : est un bassin de forme triangulaire placé après la Kasria Lakbira. Il est utilisé pour le partage familial de chaque tribu ou du groupe de personnes ayant participé à la réalisation de la Foggara

La Kasria multiple : appelée aussi Kasriates, sont de petites Seguias qui viennent après le Kasria secondaire, le long du parcours des Seguias qui acheminent l'eau vers le Majene.

b) Rigole « Seguia »

C'est un canal à ciel ouvert de section rectangulaire ou circulaire est construite généralement en terre. Une quantité appréciable d'eau est perdue par infiltration et par évaporation. Ceci à encourage les oasiens à construire des Seguias en ciment et même en PVC pour réduire les infiltrations, mais cette solution a provoqué le dessèchement de certains palmiers implantés près de ces Seguias. Les canaux drainent l'eau de la Kasria Lakbira jusqu'au Madjene, puis du Madjene jusqu'au Gamoun. , les seguias se ramifient dans tous les sens de la palmeraie.

c) Bassin « Le Madjen »

C'est un bassin de récupération et de régularisation qui reçoit l'eau des Kasriates multiples. D'une section rectangulaire ou bien carrée de profondeur relativement faible, il joue le rôle d'un château d'eau. Il se situe à la côte la plus élevée du jardin afin de permettre à l'eau de s'écouler par gravité dans des Seguias et d'irriguer l'ensemble du jardin. Le Madjene est construit de façon à se remplir en 24 heures. On peut distinguer le Madjene en terre, plus ancien, dont le fond est couvert d'une couche d'argile pour éviter les infiltrations. Le Madjene le plus récent est conçu en ciment. L'irrigation s'effectue en règle générale de bonne heure, que ce soit en été ou en hiver. La multiplication et la répartition des Madjens dans la palmeraie créent une fraîcheur pendant l'été grâce à l'humidité qu'ils dégagent durant la journée.

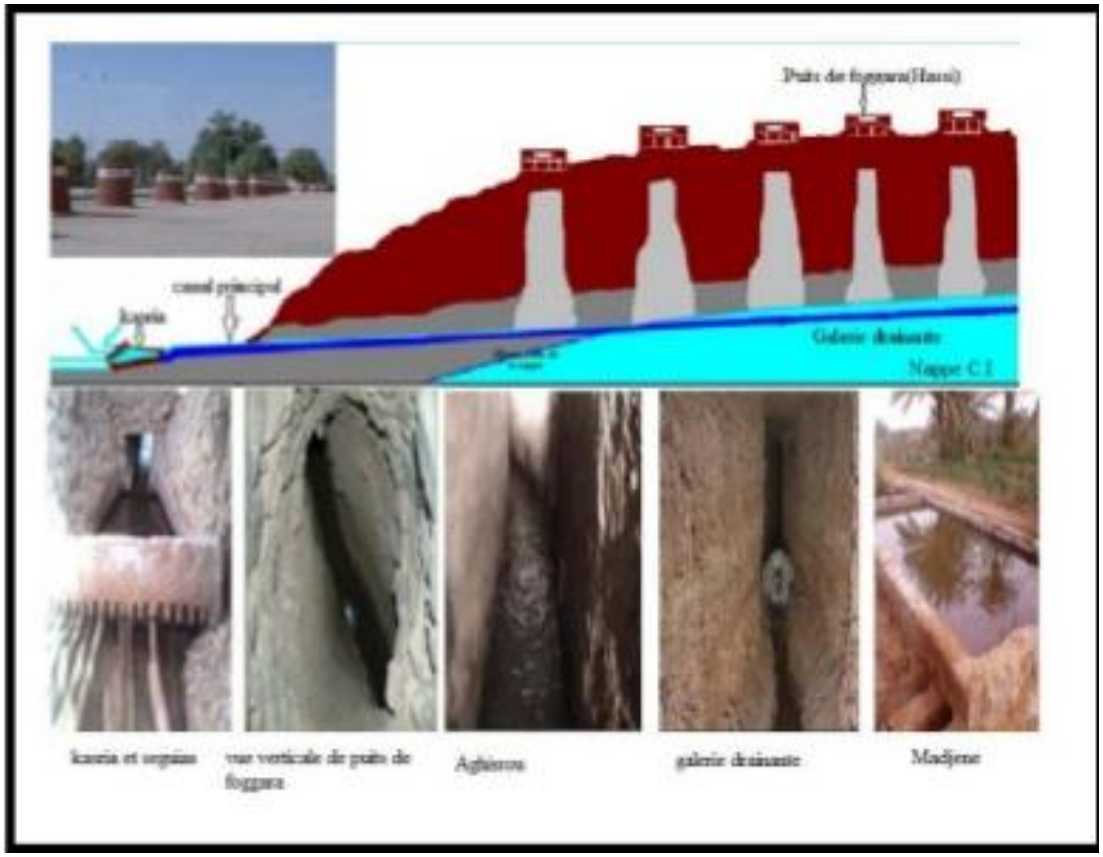

Fig.II.3- Vue d'ensemble des éléments de foggara

8) Les facteurs influençant le fonctionnement de la foggara

8.1- La pente

Une pente régulière représente habituellement un bon compromis :

- Trop faible : Elle favorise l'alluvionnement et accroît la fréquence des curages.
- Trop forte : Elle exacerbe l'érosion linéaire. En général, la pente des foggaras, est une valeur moyenne de l'ordre de 2 à 6 mm/m avec un très large écart autour de cette moyenne. Cette faible pente est insuffisante (compte tenu de l'irrégularité du fond de la galerie et des parois), pour assurer une circulation des eaux assez rapide, entraîner les matériaux étrangers et éviter l'ensablement. Il s'ensuit que les foggaras non régulièrement curées s'ensablent. Par ailleurs, la côte de la bouche étant fixée par les nécessités de l'irrigation, il est difficile d'augmenter le rabattement, et par conséquent le rendement de l'ouvrage.

8.2- La forme de la galerie

La forme de la galerie joue un rôle essentiel sur le fonctionnement d'une foggara. Dans cette dernière, on distingue :

- Des zones très étroites de l'ordre de 0,4 à 0,5 m de largeur, pour augmenter la vitesse d'écoulement et favoriser l'auto curage.[6] (HAMADI, (1982))

9) Conclusion

La technique de foggaras constitue un patrimoine historique et culturel national, elle est très adaptée aux conditions climatiques et sociales de la région. Elle permet une exploitation rationnelle des eaux de la nappe du CI. Elle est la source de vie des générations passée et elle doit l'être pour les générations futures. Cette technique est menacée par plusieurs problèmes qui aggravent son état et la rende incapable de faire face aux défis de la demande croissante en eau.

Chapitre III

Matériels et méthodes

1) Introduction

La surveillance de la qualité de l'eau s'effectue par le biais de contrôles physico-chimique. Elle vise à vérifie la stabilité de la composition minérale et à s'assurer qu'aucune pollution accidentelle n'est survenue. Toutes les eaux naturelles sont propres.

La diversité des eaux naturelles permet au consommateur de choisir son eau, eu fonction de ses besoins et de ses gouts.Ce pendant, il est possible que certaines mieux fonction de santé.

A cet effet travail nous a permis d'étudier la caractéristique physico-chimique de eau naturelle qui sont considérées comme douées e propriétés thérapeutique. Les prélèvements des échantillons analysés ont été effectués à différentes périodes (2010, 2011, 2015, 2016, 2017 et 2019) de seguiya de Tamantit Timliha

2) objectif

Notre objectif consistent à étudier l'eau de seguiya de Timliha consommée par la population de cette région (Timliha -Tamantit à Adrar) savoir pourquoi cette eau est suppliée par la population de la région?

3) Matériels et méthode

Notre travaille a été effectué au laboratoire de l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) l'étude c'est porté sur 6 échantillons d'eau prélevée à différentes dates au niveau de seguiya de TIMLIHA.

3.1 Présentation de la wilaya d'Adrar

La wilaya d'Adrar est située dans le Sud-ouest de l'Algérie ; elle s'étend selon les coordonnées géographiques :

- Entre les longitudes 0°30' Est et 0°30' à l'Ouest
- Entre les latitudes 26°30'et 28°30'au Nord
- Et une altitude moyenne de 222m.

Elle est limitée géo morphologiquement au Nord par le Grand Erg Occidental, au Sud par le plateau de Tanezrouft, à l'Est par le plateau de Tademaït et à l'Ouest par l'Erg Chech.

Elle est répartie entre quatre régions sahariennes naturelles représentées par : gourara, touat, tidikelt et tanezrouft.[8] (http://www.anrh.dz)

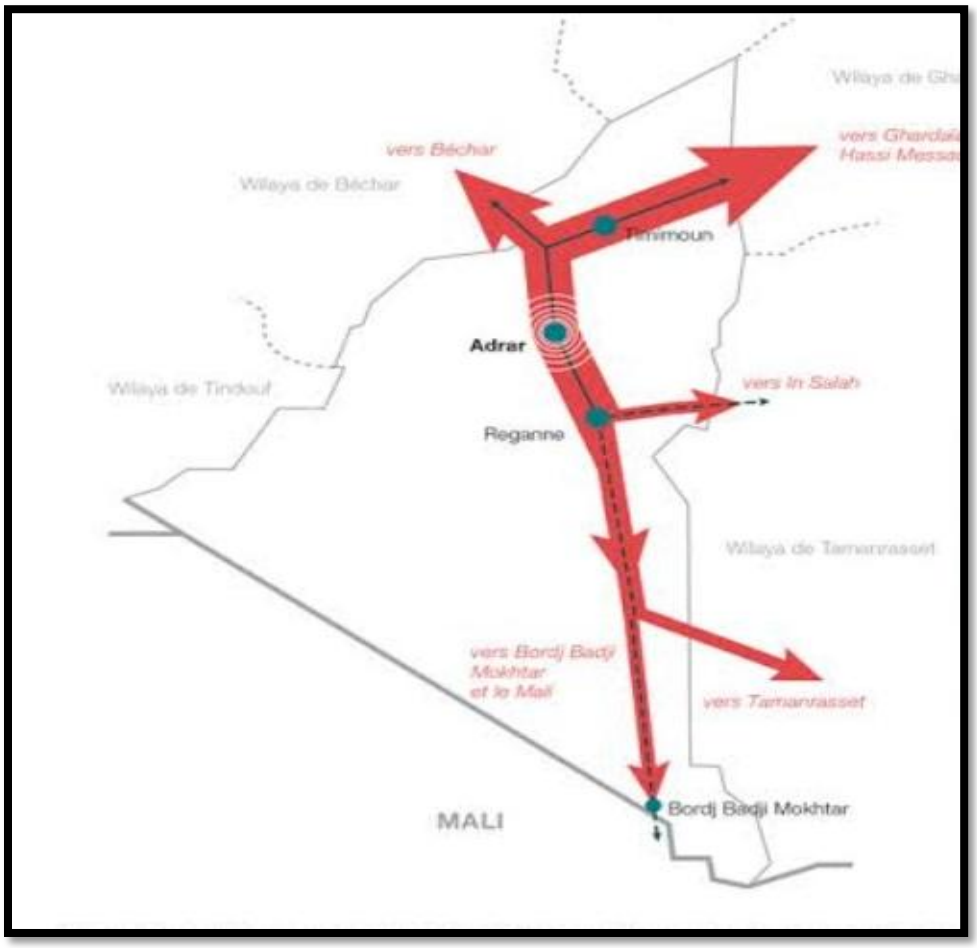

Fig.III.1- la carte géographique de la willaya d'Adrar

3.1.1- Généralité sur A.N.R.H

L'Agence **N**ation des **R**essource **H**ydraulique est un établissement public a caractère administratif, a vocation scientifique et technique, créé par le décret N° 81 167 de 25 juillet 1981, complète par le décret N° 129 du Mai 1987.

L'ANRH a pour missions :

- La prospection et l'évaluation des ressources en eau et en sol du Pays.
- La collecte, le traitement et la mise à jour des informations relatives aux ressources en eau et en sol.
- Le suivi de la ressource au plan quantitatif et qualitatif.
- La préservation, la protection et la sauvegarde de la ressource contre toute forme de dégradation.

les analyse de base:

- Analyse de la complémentarité ;
- Détermination des micropolluants (éléments minéraux, parasiticide hydrocarbure) ;

- Analyse microbienne (spores) ;
- Teste hydro biologiques ;

a) Dans le domaine de la chimie du sol :

- Analyse physique : la mesure de la proportion de particules, densité, indice de la stabilité structurelle ;
- Analyse chimie : le calcium, fer, le carbone, le cuivre, le phosphore, le potassium ;
- Analyse thermique différentielle.

3.2- le mode d'échantillonnage

Le prélèvement de l'eau est opération délicate à laquelle le plus grande soin doit être apporté. Il condition les résultats analytique et l'interprétation qui s'en suit ; l'échantillon doit être représentatif et que ne doit pas être modifié les caractéristique de l'eau.

Nous devrons donc prélever l'eau avec toutes précautions d'asepsie pour cella plusieurs condition s'imposent :

- ✓ Le volume nécessaire pour les analyses est de 2 à 4 litres.
- ✓ Le mode de prélèvement variera selon la si de situation de l'eau.
- ✓ Pour l'échantillonnage direct (source) , on fait tremper doucement le flacon à l'intérieur de l'eau, à environ 60cm de surface, en évitant de prélèvement en surface au fond pour ne pas risque de ramasser de l'écume ou des sédiments.
- ✓ Généralement, la dure du transport de l'échantillon depuis de prélèvement jusqu' au laboratoire doit être réduite au maximum 8 heures.

3.2.1- Les eaux étudiées

Tab III.1-les échantillon étudiés

N^0	Le nome des Echantillon	Le lieu de L'échantillon	Date de et heure Prélèvement	Date et heure de l'analyse
1	Foggara de Timliha_1	Tamantit	-	05/05/2010
2	Foggara de Timliha_2	Tamantit	-	03/02/2011
3	Foggara de Timliha_3	Tamantit	-	10/05/2015
4	Foggara de Timliha_4	Tamantit	-	28/13/2016
5	Foggara de Timliha_5	Tamantit	-	18/10/2017
6	Foggara de Timliha_6	Tamantit	-	03/03/2019

3.3 Analyse physico-chimiques

Pour effectuée notre travail nous avons utilisé les méthodes suivantes :

3.1.2 Analyse physique

A. Mesure du pH

Le pH est en relation étroite avec la concentration d'ions H présent dans l'eau ou la solution. (Les ions H^+ présents dans les eaux naturelles sont dus à des causes diverses en particulier à l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels).

L'électrode de verre est universellement employée pour la mesura du pH des eaux, car elle ne modifie pas l'équilibre ou les concentrations gazeuses et d'autre part, elle est insensible aux groupe oxydo-réducteur.

A.1 **Principe**

Les carbonates n'existant qu'à pH > 8,3 et les bicarbonates si le pH est compris entre 4,4 et 8,3. Au cours d'un dosage acidimétrique doublé d'une mesure de pH, à quel moment ces ions sont encore présents ou non dans l'échantillon.

A.2 **matériel :** pH-mètre

A.3 **Mode opératoire**

En plonge l'électrode dans cette échantillonne et en laisse le pH se stabilise pendant quelques secondes, enfin, on prélever la valeur du pH.

Fig.III.2- le potentiel hydrogène.

B. Mesure la conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro Siemens par centimètre (µS / cm). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante:

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

B.1 Principe

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.

B.2 Matériel

- eau distillée
- eau(x) à tester
- conductimètre
- thermomètre

B.3 Mode opératoire

En façon général opérer de la verrerie rigoureusement propre et racée, avant usage, avec de l'eau distillée. On rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plonger l'électrode complètement dans un récipient contenant l'eau à analyser on agiter l'échantillon afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide, cette agitation permet d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes en fine noter la valeur finale affichée dans le conductimètre.

Fig.III.3.conductivité mètre

C. Turbidité

C.1 Principe

La turbidité mesure une propriété optique de l'eau qui résulte de la l'absorption de la lumière par les particules de matières en suspension présentes dans l'eau.

C.2 Mode opératoire

Nous ajustons l'appareil sous tension et entrer le numéro du programme mémorisé pour la turbidité on ajuster la longueur d'onde et placer le blanc (eau distillée) ,ajuster le zéro de l'appareil en appuyant sur la touche ''zéro'' ;on retirer le blanc et placer la prise d'essai de l'échantillon en fineappuyer '' READ '' et le résultat en NTU s'affiche.

Fig.III.3- appareille pour mesure la turbidité

D. Détermination du résidu sec

D.1 Principe

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

D.2 Matériel

- Capsule en porcelaine.
- Balance analytique.
- Etuve réglable.

D.3 Mode opératoire

Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée. On prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule. Et porter cette dernière à l'étuve à 105° C pendant 24 heures, on laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur, en fine peser immédiatement et rapidement.

3.1.3 Paramètre chimique

A) Détermination de titre hydrotimétrique (TH) ou dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions Fr, Al, Mg , on distingue dans l'eau la dureté totale.

A.1 Principe

Les ions des élément alcalino-terreux présente dans l'eau forment un complexe du type chélate avec le sel de l'acide éthylène-diamine-tétracétique. La disparation des demiéres traces d'élément libre à doser est décelée par le virage de l'indicateur spécifique. Enmilieu convenablement tamponné pour empêcher la participation de magnésium, la méthode de doser la somme des ions de calcium et de magnésium.

A.2 Réactifs

solution titrée de l'EDTA N/50.solution tampon a pH compris entre 10et 11et un indicateur noir d'ériochome.

A.3 Mode opératoire

Prendre 100ml d'eau à l'aide d'une pipette de 50ml et les transférés dans un erlenmeyer de 500 ml.la solution est chauffée à 60 ^{0}C, et on ajoute 5ml de la solution tampon et 30mg de l'indicateur. on titre alors avec la solution titrée de l'EDTA jusqu'au virage du rouge violacé au bleu.

B) Détermination Alcalinité (TA- TAC)

B.1 principe

L'alcalinité est capacité quantitative des milieux aqueux à régir avec les ion hydrogène.

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates… La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.

B.2 Réactif

Acide sulfurique 0.2 N .solution de phénol phtaléine dans l'alcool à 0.5% et un solution méthylorange 0.5%

B.3 Mode opératoire

Pour la détermination de TA : prélever 100 ml d'eau à analyse dans erlenmeyer de 250ml, ajoute 1 à 2 gouttes phénophtaléine. Une coloration rose doit alors apparaitre, dans le contraire le T A est nul, ce qui se produit en général pour les eau naturelles dont le PH<8.3. vers ensuite doucement l'aide dans burette, en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution .soit V le nombre de membre de millilitre d'acide versé.

Pour détermination de TAC : utiliser l'échantillon prélèvement primitif s'il n'y a pas de coloration. Ajoute 2 goutes de méthylorange et litre de nouveau avec même acide jusqu'au virage de jaune au jaune orange (pH=4.3). soit $V^{'}$ le nombre de millilitres d'acide versée depuis le début du dosage.

Retrancher 0.5ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.

C) Dosage du sodium et du potassium par photométrie de flamme

C.1 Principe

Les ions en solution sont portés, au moyen d'une flamme de température convenable à un niveau énergétique supérieur à la normal (on dit que les atomes sont excités par la flamme). Libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément. On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser dans une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche. On sélectionne la radiation attendu eau moyen d'un filtre. L'intensité de la radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément présent dans la solution. On établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue. Le sodium et le potassium sont dosés à partir de la même solution étalon à des sensibilités différentes du photomètre de flamme. Le calcium est dosé par sa gamme étalon propre.

C.2 réactifs

- Solution mère de sodium et de potassium
- Solutions étalons en Na^{+} et k^{+}
- Solution mère de calcium
- Solutions étalons de calcium

C.3 Appareillage

- Photomètre à flamme+enregistreur
- Sensibilité du photomètre
- Sensibilité du servotrace
- Pression du gaz

- Pression d'air

Fig.III.4- Photomètre à flamme

D) Dosage des Chlorures

D.1 principe

Les chlorures, en présence du thiocyanate mercurique [Hg (SCN) $_2$] et de l'alun ferrique [$Fe_2(SO_4)_3$,NH_4 24H_2O] donnent en milieu nitrique acide un compléxe coloré orange susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde de 470 nm.

D.2 Réactifs

- Solution saturée de thiocyanate mercurique
- Solution d'alun ferrique
- Solution mère de chlorures a 10g/l
- Solutions etalons

D.3 Mode opératoire

en place (5 ml) de échantillon dans des fioles de 50 ml, les PE des solutions étalons, le témoin (H_2O) et les échantillons sont alors traités de manière identique à savoir, on ajoute dans l'ordre 5ml de la solution de thiocyanate mercurique préalablement diluée au 1/3 puis 3 ml de la solution nitrique d'alun ferrique également diluée au 1/6,on agite vigoureusement les fioles pour uniformiser la coloration qui apparaît et on laisse au repos pendant ½heure. En

fine on effectue les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 470nm en réglant le zéro avec le témoin.

E) Dosage des sulfates SO^{-}_{4}

E.1 Principe

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfate de baryum par le chlorure debaryum. Le précipité ainsi obtenu, très fin est stabilisé par la gélatine. On effectue sur le trouble une mesure turbidimétrique à la longueur d'onde de 495 nm.

E.2 Réactifs

- Solution de chlorure de baryum et de gélatine
- Solution mère de sulfate a 10g/l
- Solutions étalons

E.3 Mode opératoire

en prendre (5ml)de échantillon dans des fioles de 50ml et les PE des solutions étalons, letémoin (H_2O) et les échantillons sont alors traite de manière identique à savoir on ajoute à chaque PE, 5 ml de la solution de$BaSO_4$et de gélatine préalablement diluée1/6 .Compléter avec l'eau distille Q.S.P 50 ml, on agite pour uniformiser le trouble et on laisse au repos pendant 20 minutes jusqu'à la mesure. Une nouvelle agitation aurait comme conséquences la formation de bulles d'air et par conséquent une perturbation des mesures on effectue les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 495 nm en réglant le zéro avec le témoin.

F) Dosage de bicarbonates

F.1 Principe

Les carbonates n'existant qu'à pH > 8,3 et les bicarbonates si le pH est compris entre 4,4 et 8,3. Au cours d'un dosage acimétrique doublé d'une mesure de pH, à quel moment ces ions sont encore présents ou non dans l'échantillon.

F.2 Réactifs

- Solution H_2SO_4 en 0.01N
- pH-mètre

F.3 Mode opératoire

On prendre 40 ml dans le bécher et on dose avec H_2SO_4 jusqu'à le pH = 4.4

G) Détermination du calcium et magnésium

G.1 Principe :

Le sel disodique de l'acide Ethylène Diamino Tétra Acétique cristallisé avec H_2O, appelé aussi complexons ou versante forme avec un nombre de cation des complexes dont la stabilité dépend essentiellement du pH.

G.2 Réactifs

- Solution EDTA ($C_{10}H_{16}N_2O_8$) : 40g de EDTA + 5 g Soude caustique (NaOH) +1 g Chlorure de Magnésium ($MgCl_2.6H_2O$) + 10000ml d'eau distillée.
- Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH) : 67 g de chlorure d'ammonium + 448 ml d'Ammoniaque NH_3 (25%) + HCl concentré + 1000 ml d'eau distillée
- Solution d'hydroxyde de sodium : 80g de NaOH + 1000ml d'eau distillée
- Noir éroichrome
- Solution mère de Ca^+ à 100 mg/l

G.3 Mode opératoire

en prendre 10 ml échantillonne et on ajoute 2 ml de NaOH, puis un ajoute de Murexide, et un titre avec l'EDTA jusqu'au virage (voile) V_1 de Ca^{2+} .

Pour la (V_2 Mg^{2+}) On prendre PE de 10 ml et on ajoute 2 ml de solution tampon , puis un ajoute Noir éroichrome , et un titre avec l'EDTA jusqu'au virage (bleu).

3.1.4 Paramètre de pollution

A) détermination l'azote Ammoniacal

A.1 Principe

L'ammonium, en milieualcalin et en présence d'hypochlorite de sodium donne avec le phénol unecoloration bleue(réaction de Berthellot).On utilise du nitroprussiate de sodium comme catalyseur. La quantité d'hypochlorite doit être ajustée avec soin. Si l'hypochlorite est en défaut, la coloration sedéveloppe mal et irrégulièrement. S'il est en excès, il peut attaquer des composés azotés organiques qui peuvent perdre leur groupement NH pour donner des aldéhydes et de l'ammoniac. Il peut causer la chlorination du phénol qui entraine une perte d'hypochlorite et provoque l'apparition de phénols chlorés insolubles.

A.2 Réactifs

- Solution mere d'ammonium a 1 g/l (NH_4^+) : 2,972 g de chlorure d'ammonium NH_4Cl + 1000 ml l'eau distillée
- solution d'ammonium a 10 mg/l (NH_4^+) : 10 ml de la solution mère + 1000 ml l'eau distillée
- Solutions etalons

- Solution tampon et complexant : 230 g de tartrate de Na^+ et K^+ + 350 g de citrate de sodium ($C_6H_5Na_3O_7.2H_2O$) + 40 g de soude (NaOH) + Eau distillé 1000 ml
- Solution phenate de sodium : 5 g de soude + 25 ml d'eau distillée + 10 g de phénol + 50 ml de l'eau distillée.
- solution nitroprussiate de sodium : 0,5g de nitroprussiate de sodium Na_2 + 50 ml eau distillée
- Solution d'hypochlorite de sodium a 2° chlorometrique.

A.3 mélange des réactifs

On mélange les 3 premiers réactifs dans les proportions suivantes:

- solution tampon et compléxante……...200 ml
- solution de phénate de sodium.....25 ml
- solution de nitroprussiate de sodium…….. 10 ml

A.4 Mode opératoire

En prendre 20 ml de échantillon et ajout réactif mélangé 2 ml et hypochlorite à 2° Cl 0,5 ml. La coloration bleue se développe à partir du moment. On laisse les flacons à l'obscurité pendant une heure et demie. La coloration reste stable plusieursheures.On effectue la mesure colorimétrique à 625 nm.

B) Détermination des nitrates

B.1 Principe

Les nitrates sont réduits en nitrites par une solution d'hydrazine en milieu alcalin et en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur.

Les nitrites obtenus sont alors dosés par colorimétrie: diazotation avec l'acide sulfanilique et capulation avec l' α - Naphtylamine. On mesure la densité du colorant ainsi formé à 520 nm.

B.2 Réactifs

- Solution de sulfate de cuivre ($CuSO_4$ $5H_2O$) : 2.6 g de Cu SO_4 $5H_2O$ additionnée de 40 ml d'acide sulfurique 1 N + Eau distillée Q.S.P 1000 ml.
- Solution d'hydrazine (NH_2-NH_2 H_2SO_4) à 0,1 N :13 g de NH_2-NH_2 H_2SO_4 + eau distillée1000 ml et Conserver en flacon brun bien bouché.
- Solution de Soude (NaOH) à 0,05 N :40 g de soude par litre d'eau distillée.

- Solution d'acide sulfanilique ($H_2N\ SO_3$) :6 g d'acide sulfanilique $H_2N\ SO_3$ +200 ml + acide chlorhdrique concentrée +eau distillée Q.S.P 1000 ml et conserver en flacon brun.
- Solution α –Naphtylamine : 6 g de α –Naphtylamine + 40 ml acide chlorhydrique concentrée + eau distillée 1000 ml.
- Solution d'EDTA
- Solution d'acétate de sodium ($NaCOO\text{-}CH_3$, $3H_2O$) : 272 g d'acétate de sodium $NaCOO\text{-}CH_3$, $3H_2O$ + eau distillée Q.S.P 1000 ml.
- Solution mère de nitrate à 1000 mg/l :1,631 g de Nitrate de Potassium préalablement séché au dessiccateur et compléter à 1000 ml par de l'eau distillée.
- **Solutions étalons**

B.3 Mode opératoire

Effectuer le dosage dans des flacons brun

Prendre 1 ml de échantillons et ajoute 5 ml de solution de soude et nous agiter , puis et ajouter 5 ml de mélange réducteur et agiter. Après une heure, ajouter 40 ml du mélange colorant et mettre à l'obscurité le mélange préparé pendant ¼ heure et mesurer la densité à 520 nm. En fine laisser la coloration se développer dans l'obscurité pendant ¼ heur.

Mesurer sa densité à 520 nm.

Le passage à la colorimétrie ne doit intervenir que juste avant la mesure optique afin que la solution soit exposée un minimum de temps à la lumière à laquelle est très sensible.

La réduction des nitrate est partielle et varie avec le temps et la température.il importe donc que la mesure des échantillons soit toujours accompagnée d'une mesure des solutions étalons, traitées dans les mêmes conditions.

C) Détermination des nitrites

C.1 Principe

Par diazotation des nitrites avec l'acide sulfanilique à pH 2,5 puis par copulation du composé formé avec l' α-Naphthylamine (réactif de Griess), on obtient un colorant azoïque rouge stable au moins 12 heures dont on mesure l'intensité à 520 nm.

C.2 Réactifs :

- **Solution d'acide sulfanilique**
  - d'acide sulfanilique……... 1,2 g
  - d'eau distillée chaude. ……140 ml
  - d'acide chlorhydrique concentré……. 40 ml
  - l'eau distillée…….……200 ml.

- **Solution d'α-naphthylamine**
  - d'α-Naphthylamine…..1,2 g
  - d'acide chlorhydrique…2 ml
  - Eau distillée ……..200 ml.
- **Solution tampon d'acétate de sodium :**
- d'acétate de sodium $NaCO_2$-CH_3, $3H_2O$ (ou 32,8 g de sel anhydre)…… 54,4 g
- Eau distillée Q.S.P …….200 ml
- **Solution d'EDTA à 5g/l**
- **Solution étalon des nitrites à**100 mg/l
- **Solutions étalons**

C.3 Mode opératoire

Si l'échantillon est coloré par des acides humiques, on l'acidifie par l'acide sulfurique (1ml/l d'acide sulfurique) et on filtre.

en Prendre 50 ml d'échantillonne et ajoute 1 ml de solution d'EDTA , puis1 ml d'acide sulfanilique et nous gitons et attendre 10 mn ajouter 1 ml d'α-naphtylamine et 1 ml de la solution de tampon acétate ,Agitons et attendre 30 mn.

Effectuer la mesure colorimétrique à 520 nm.

D) Dosage des phosphates (PO_4^{-3})

D.1 Principe

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium $Mo_7(NH_4)4H_2O$, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développent une coloration bleue pouvant être dosée colorimétriquement à une longueur d'onde de 710 nm.

D.2Réactifs :

- Solution d'acide ascorbique à 10 g/l
- Solution molybdate d'ammonium
- Solution mère de phosphate (PO_4^{-3}) à 1g/l
- Solution de PO_4^{-3} à 10mg/l
- Solutions étalons

D.3Mode opératoire

mélanger 3 ml la solution molybdique et 1ml la solution d'acide ascorbique nous Effectuons la réaction dans des tubes à essai 20 ml PE dans des tubes à essai et 5 ml des réactifs mélangés, Portons au bain marie à 80°C durant 10 mn,

Laisser refroidir puis mesurer l'absorption à une longueur d'onde de 825 nm.

D.3Mode opératoire

mélanger 3 ml la solution molybdique et 1ml la solution d'acide ascorbique nous Effectuons la réaction dans des tubes à essai 20 ml PE dans des tubes à essai et 5 ml des réactifs mélangés, Portons au bain marie à 80°C durant 10 mn,

Laisser refroidir puis mesurer l'absorption à une longueur d'onde de 825 nm.

Chapitre IV

Résultats et discussions

1) Introduction

L'eau de la Foggara est utilisée pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation de la palmeraie, actuellement. Ce travail une caractérisation physico-chimique des eaux des Foggaras de Timliha dans la région Tamantite afin de définir : la qualité, la potabilité, les faciès, la composition chimique et l'irrigation. A cet effet des analyses des paramètres physico-chimiques ont été faite, au niveau du Laboratoire de A.N.R.H. Cette étude porte sur 6 échantillons prélevés de seguiya de ce Foggara. Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques sont regroupés dans le tableau :

Tableau IV.1-Résultats des analyses physico-chimiques des eaux

	Ca^{++} (mg/l)	Mg^{++} (mg/l)	Na^{+} (mg/l)	K^{+} (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	SO_4^- (mg/l)	Cl^- (mg/l)	pH	CE (ms/cm)	NO_2^-	TH (F^0)
E2010	60	45	175	21	104	280	258	7.70	1.43	000	33
E2011	72	40	175	18	149	245	229	7.79	1.40	000	34
E2015	87	28	160	20	140	250	240	7.98	1.42	0.020	33
E2016	48	45	200	20	152	287	260	7.75	1.46	0.002	30
E2017	52	48	168	22	153	225	273	7.69	1.42	0.002	32
E2019	68	37.5	175	18	152	245	240	8.05	1.45	0.02	32

2) Analyse des éléments chimiques

Des analyses des éléments chimiques des eaux étudiées ont été effectuées pour : les Cations : (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+) ; les Anions : (HCO_3^-, Cl^-, et SO_4^{2-} , NO_2^-).

a) paramètres organoleptiques

Les caractères organoleptiques sont des paramètres qui doivent êtres appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du transport et du stockage.

1- La couleur de l'eau de boisson est généralement due à la présence de substances organiques colorées. Toutes les eaux prélevées et analysées des échantillons sont incolores.

2- Odeur Généralement, les odeurs proviennent, soit des produits chimiques, soit de la matière organique. L'odeur due à la présence simultanée dans l'eau de plusieurs produits peut être plus intense que la somme des odeurs dues à chaque constituant.

3- Gout : D'une façon générale, il est bien difficile de porter un jugement sur la qualité d'une eau par la seule évaluation de la saveur. En dehors de la salinité, une saveur

désagréable peut révéler la présence de substance indésirable dont il importera de préciser l'origine.

L'examen du tableau .01 montre que les échantillons analysés ont des teneurs en SO4-, Ca^{++}, Na^{+} et Cl^{-}des eaux ont des teneurs inférieures où égale aux normes. Cependant pour le taux de potassium restent inférieures aux normes maximales admissibles.

D'après les analyses physicochimiques réalisées au laboratoire du (A.N.R.H). On constate ce qui suit (Tableau VI.1) :

- Le pH C'est un paramètre qui détermine l'acidité ou l'alcalinité d'une eau par la concentration en ions H^{+}, les valeurs du pH dans la région d'étude varient de entre 7.69 et 8.05 est conforme aux normes de potabilité (6.5- 9).
- La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau et par la suite donner une idée sur la minéralisation totale d'une eau. Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 1.40 ms/cm et 1.46 ms/cm, elles ne dépassent pas la norme admise (2.80s/cm), pour tout l'échantillon d'étude.
- Les teneurs en calcium (Ca^{2+}) varient entre 52 mg/l et 87mg/l ne dépassant pas la norme qui est de200 mg/l. Par contre pour le potassium varient 18 mg/l et 21 mg/l .
- Les concentrations en chlorure (Cl-) dans les eaux de ce foggara varient entre 240 mg/l et 273mg/l no dépassant pas la norme (500 mg/l)
- Les concentrations en sulfate (SO_4^{2-}) oscillent entre 250 mg/l et 280 mg/l elles ne dépassant pas la norme préconisée qui est de 400 mg/l
- En ce qui concerne le sodium (Na+), les concentrations oscillent entre 160 mg/l et 200 mg/l ne dépassent pas la norme (200 mg/l)
- Les concentrations en potassium (k^{+}) varient entre 18 et 22 mg/l dépassant largement la norme qui est 12 mg/l
- Les concentrations en nitrates (NO_3^{-}) restent conformes à la norme (50 mg/l), et varient entre 0 et 0.02 mg/l.
- Dans le tableau on peut voir que la valeur maximale de TH est de 34 °F, valeur mesurée à l'année 2011, la valeur minimale observée en année 2016, est de 30 °F. La moyenne étant de 59,17 °F. donc cette eau une dureté faible à moyenne.

3) Classification de l'eau : la teneur en éléments majeurs

A) Classification de piper

Un digramme de piper est un représentation graphique de la chimie d'un ou plusieurs échantillons d'eau.Les anions et les cations sont représentés dans deux diagramme ternaires distincts. Les somme du diagramme ternaire des anions sont le sulfate, et chlorure et le carbonate plus l'hydrogénocarbonate. Les somme du diagramme ternaire des cations sont le magnésium, le calcium et sodium plus le potassium. Les deux diagramme ternaires sont projetés dans un losange. Le losange est un matrice de passage du graphique des anions (sulfate + chlorure) / total des anions et des cations (sodium + potassium / total des cations).

Le report des 6 points d'eau sur le diagramme de Piper (Figure VI.1) montre que le regroupement des points est en majeure partie sur les losanges des familles : Chloruré sodique et sodi-potassique.

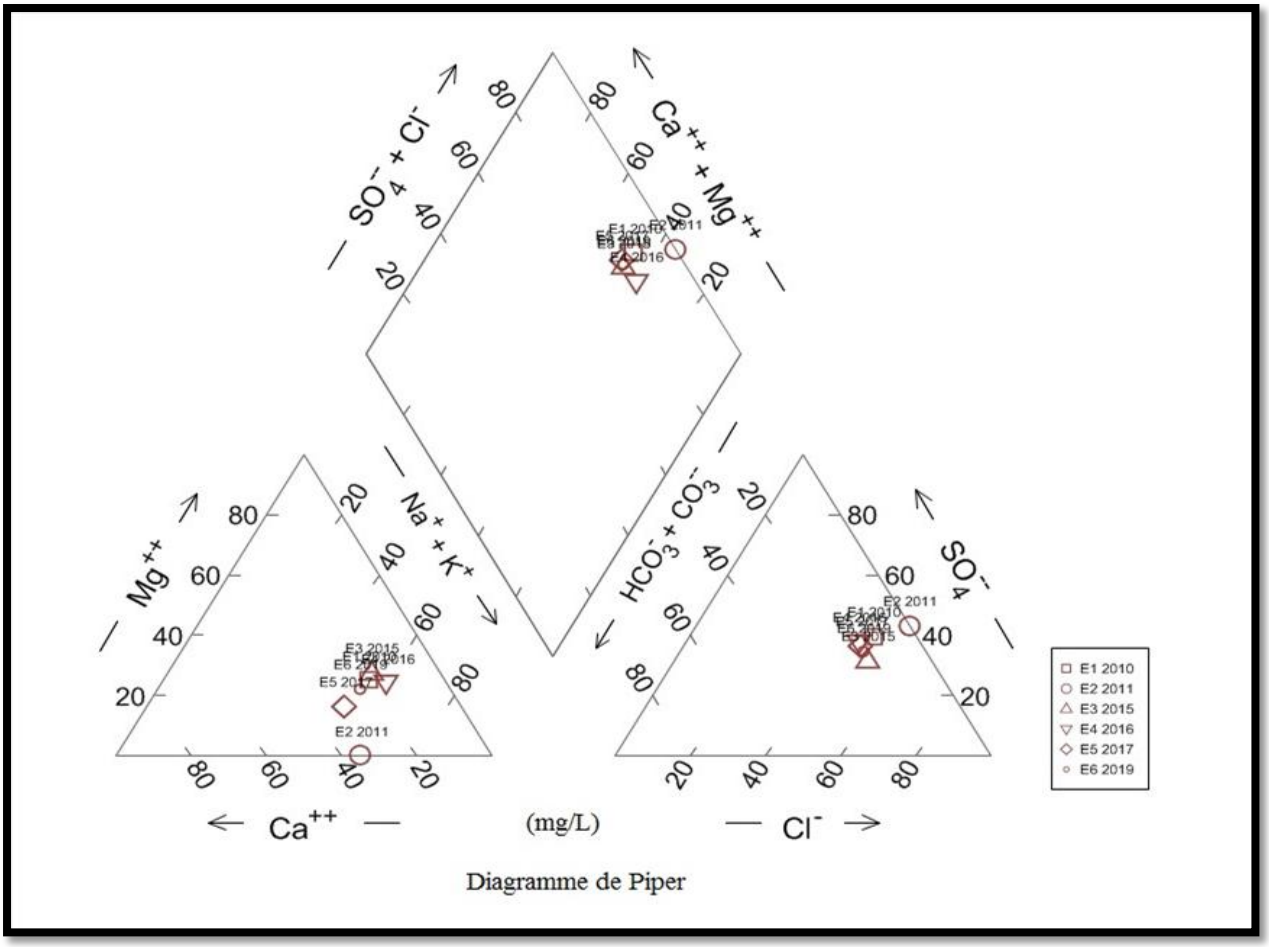

Fig.IV.1-Représentation graphique de l'eau de Timliha sur le diagramme de PIPER

B) Diagramme de Schoeller

Un tracé de Schoeller est une série de diagrammes de lignes / de dispersion où les valeurs X sont le cation ou l'anion et les valeurs Y la concentration de chaque ion dans les données d'échantillon. Ce type de tracé affiche les concentrations relatives de divers anions et cations provenant de plusieurs échantillons sur un même graphique.

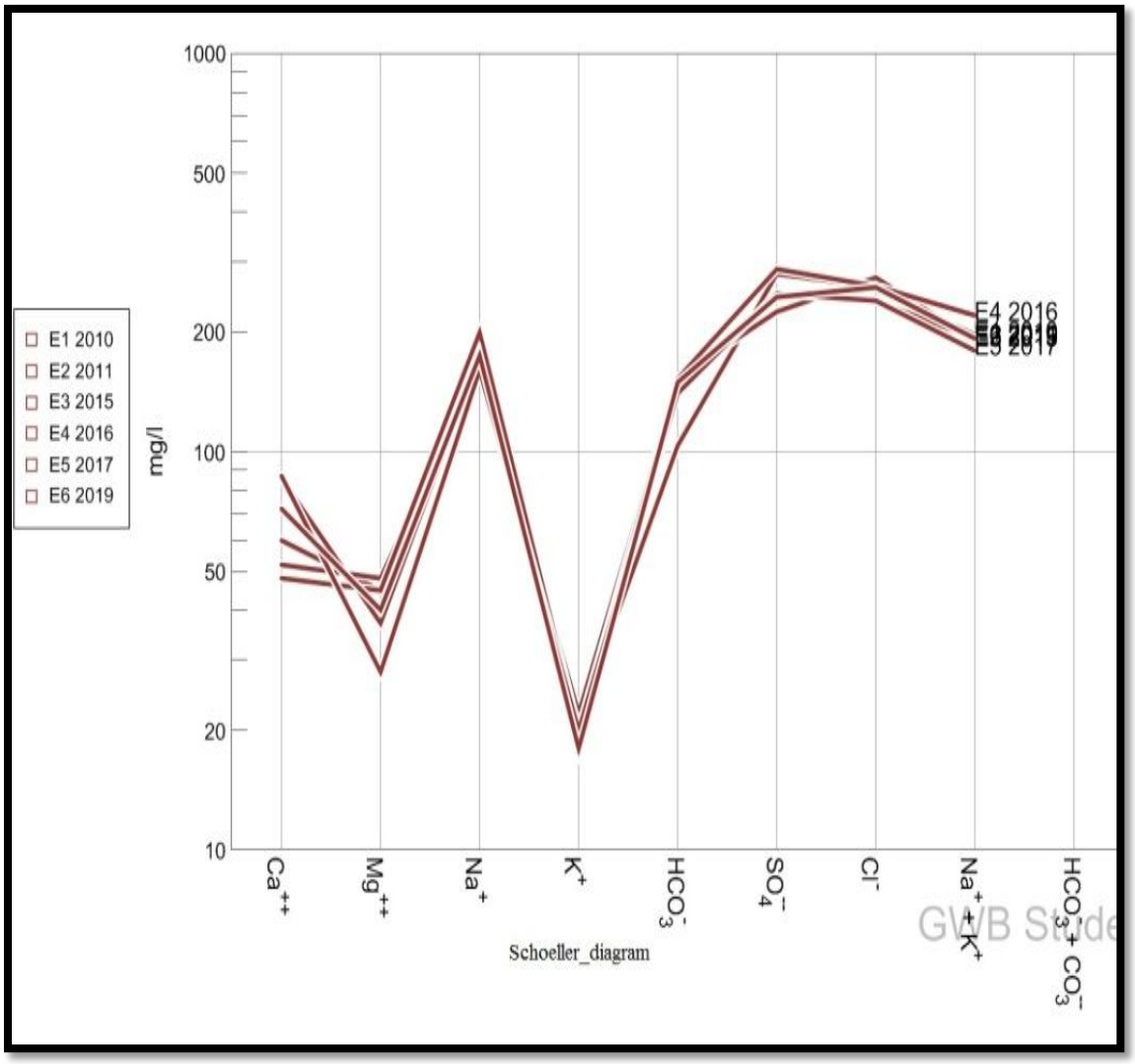

Fig.IV.2-Représentation graphique de l'eau de Timliha surle diagramme du Schoeller

La présentation des nos échantillons sur ce diagramme montre la prédominance des cations de sodium (Na^+) et des anions de chlore (Cl^-)

C) Diagramme de Stiff

Ce diagramme permet de configurer les analyses. Il présente trois axes horizontaux gradués exprimant les concentrations en meq/Kg et un axe vertical à l' origine, dont les cations sont présentés à gauche de l'axe verticale, il s'agit des cations : Calcium, Magnésium et sodium+potassium. Les anions représentés à droite de l'axe sont: Chlorure, Bicarbonate et Sulfate. ce diagramme confirme la prédominance des cation de sodium et de potassium.

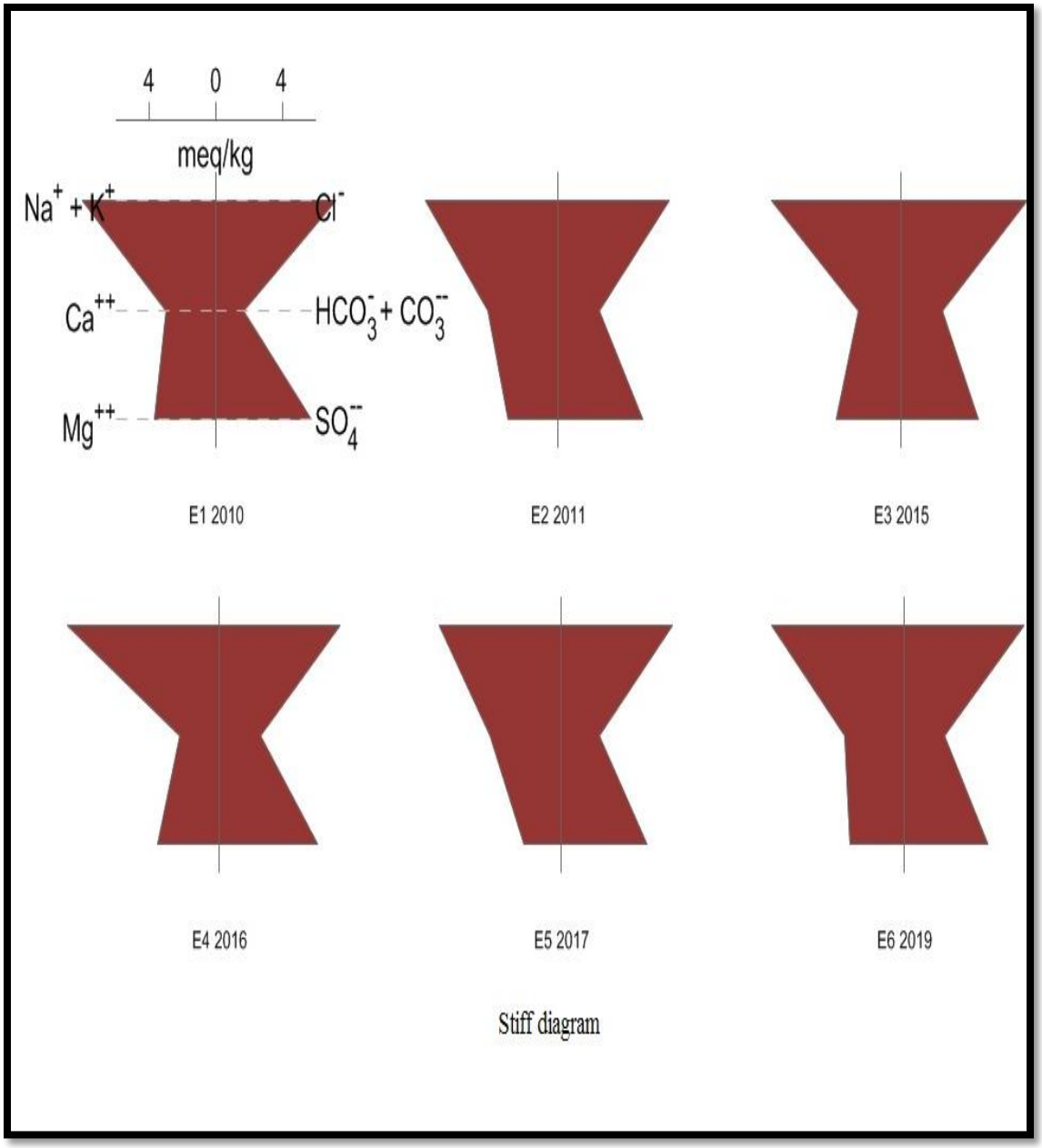

Fig .IV.3 -Représentation graphique de l'eau de Timliha sur le diagramme de Stiff

D) Diagramme de STABLER

La formule caractéristique selon " STABLER " consiste à calculer le pourcentage de chaque ion par rapport à la concentration totale

r % = $(\frac{100}{c})$* r Avec r : quantité en réaction de l'ion considéré en meq/kg ;

c : la concentration totale

On classe séparément les anions et les cations par ordre décroissant les résultats obtenus permettent de distinguer les faciès chimiques des eaux analysées (FigureVI.4). D'après le diagramme de STABLER on constate que les échantillons de la région étudiée présentent dans la totalité des faciès Chloruré sodique et à degré moins sulfaté calcique magnésien.

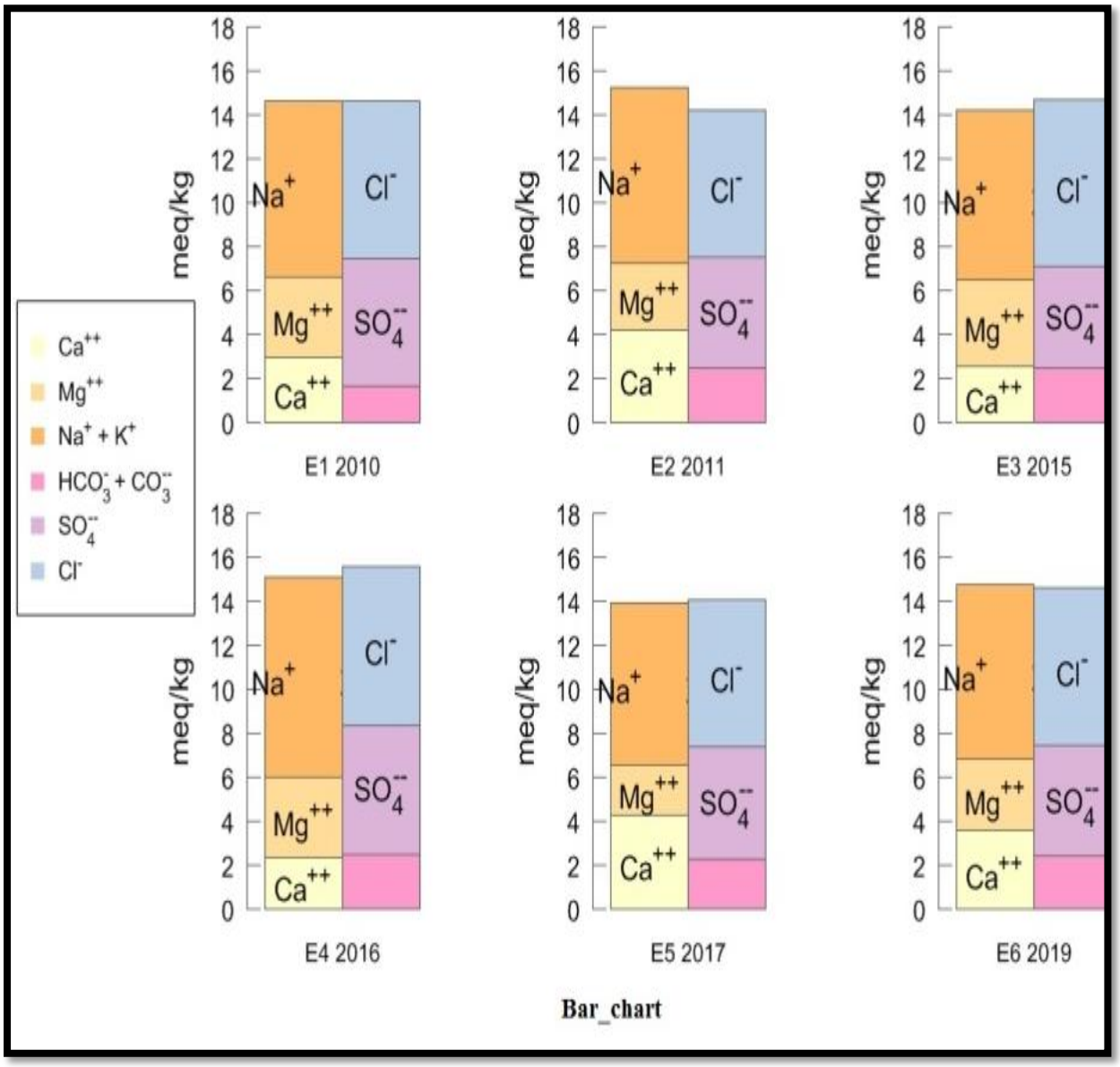

Fig.IV.4-Représentation graphique des eaux diagramme de STABLER

E) Diagramme de Durov

Les cations spécifient les paramètres de triangle de gauche. Les paramètres par défaut sont les cations principaux Na^{+}, Ca^{2+} et Mg^{2+} ; toutefois, tout autre paramètre peu être sélectionné .les anions spécifient généralement les paramètres du triangle supérieur. Les paramètres par défaut sont les anions majeurs Cl^{-}, $SO42^{-}$ et HCO_3^{-}. Toutefois, tout autre paramètre peut autre sélectionné. Notez que l'alcalinité mesurée est un paramètre d'anion valide, à condition que le système en question connaisse l'alcalinité. Si vous utilisez l'alcalinité dans un triangle des anions, modifiez le champ d'étiquette affiché en HCO_3^{-}, CO_3^{-}

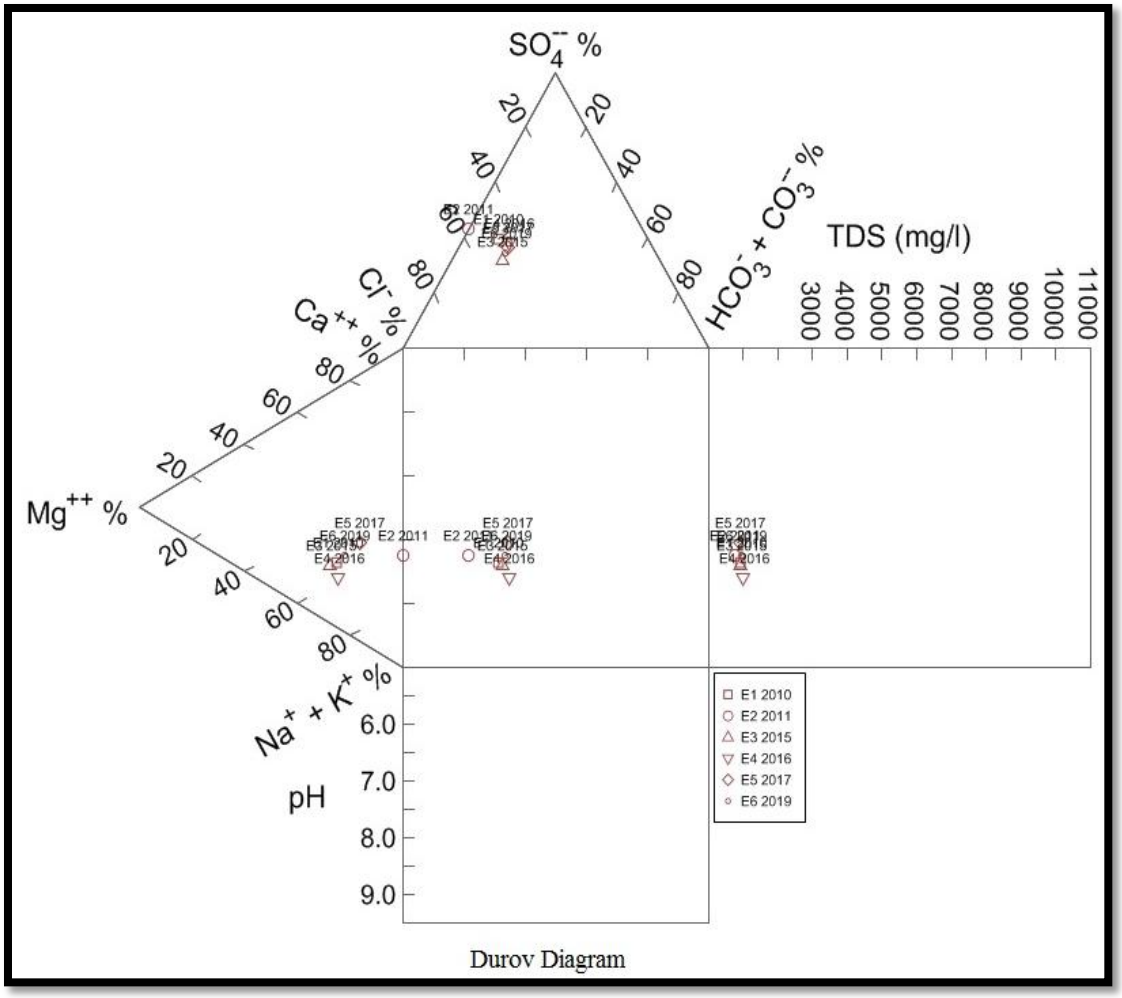

Fig.IV.5-Représentation graphique des eaux diagramme de Durov

F) Diagramme de Pie Chart

Les graphiques à secteurs donnent un aperçu de la façon dont un groupe est divisé en éléments plus petite. Le diagramme ci-dessous indique le pourcentage d'élément chimique pur chaque année, par exemple, notre calcium augment d'une année à l'autre.

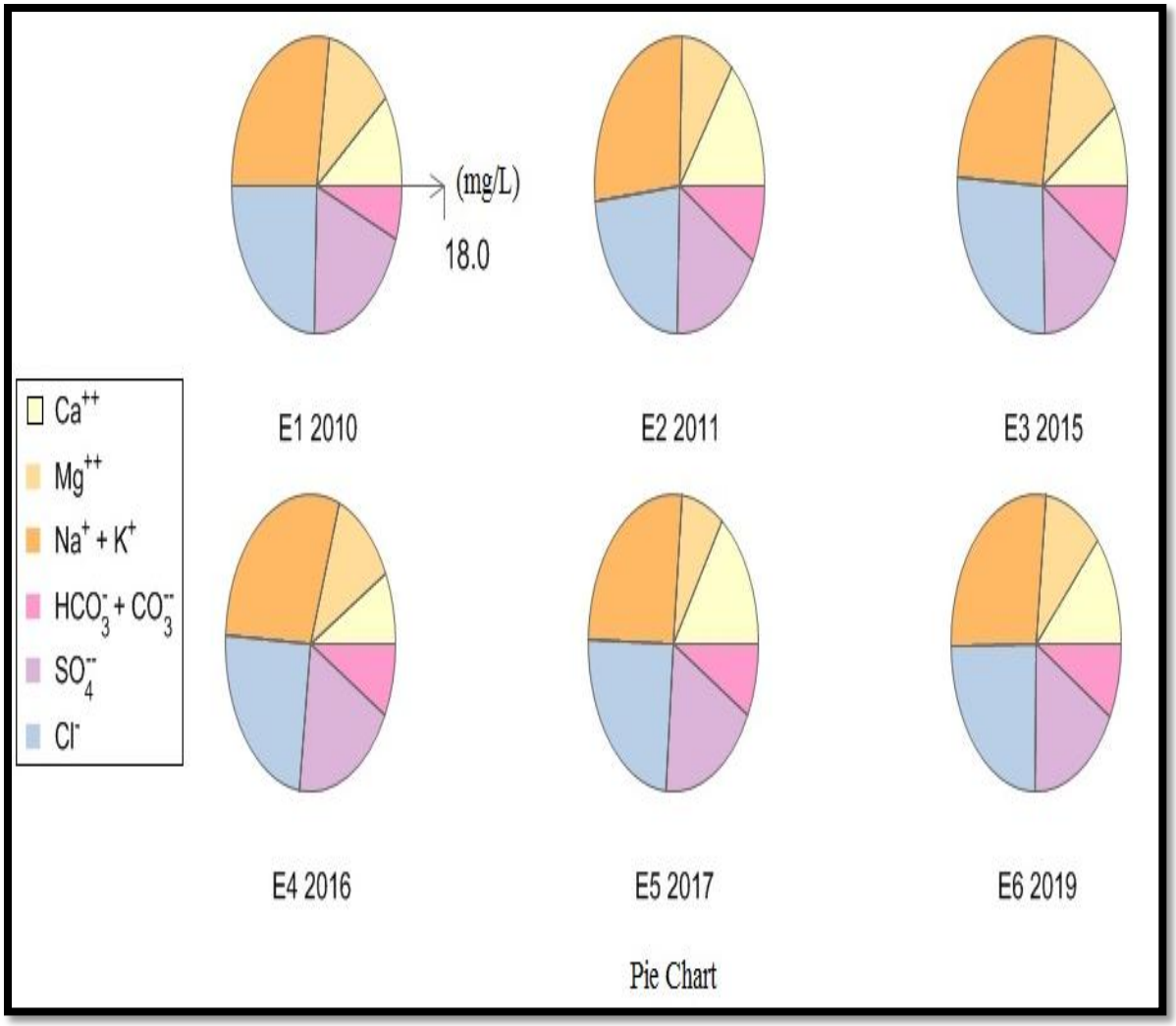

Fig. IV.6-Représentation graphique des eaux diagramme de Pie Chart

G) Diagramme de Radial

En général les échantillons analysés présentent la même forme de ce diagramme se qui réaffirme l'homogénéité de l'eau de ce seguia.

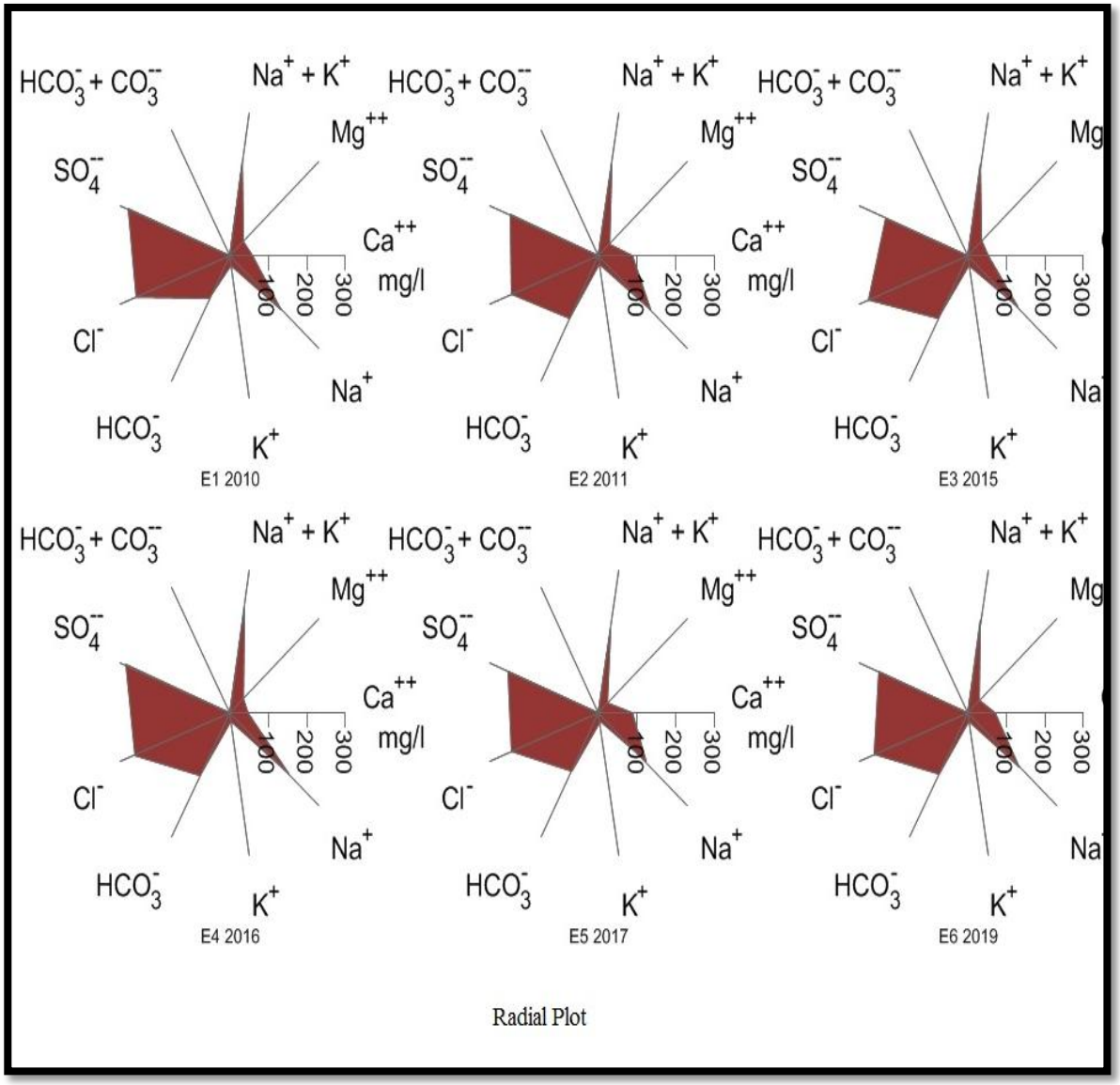

Fig. IV.7- Représentation graphique des eaux diagramme de Radial Plot

H) Diagramme Ternaire

La présentation de nos échantillons dans ce diagramme montre clairement la prédominance de faciès Chlorure-Sodique de l'eau analysée.

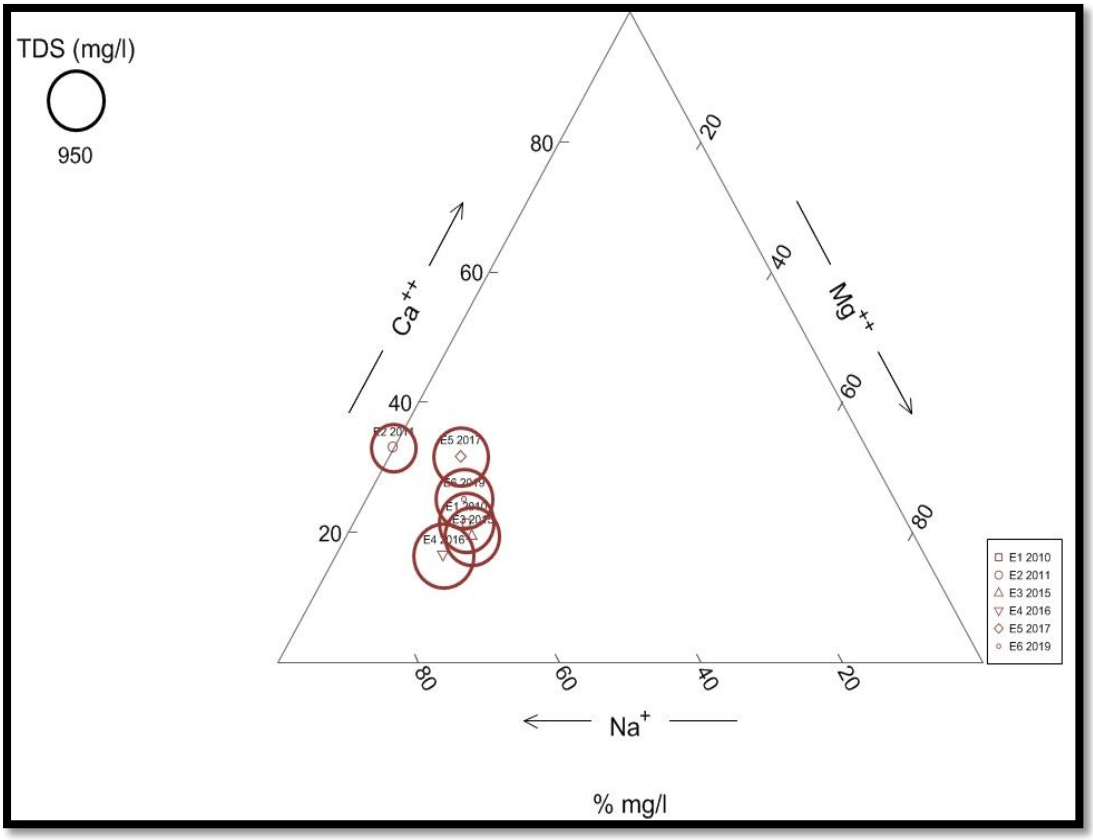

Fig.IV.8- Représentation graphique des eaux diagramme de Ternary

- La présence des ions Ca^{2+} dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles soit la dissolution des formations carbonatées ($CaCO_3$), soit la dissolution des formations gypseuses ($CaSO_2$, $2H_2O$).
- Pour avoir une idée sur les éléments dominants, nous avons fait une représentation graphique sur une échelle décimale, avec en abscisse la teneur exprimée en milliéquivalents des chlorures, et en ordonnée celle du sodium. L'examen de la (figure VI.1) permet de remarquer que la majorité des points d'eau se trouve au-dessous de la droite d'une pente égale à 1. Dans ce cas c'est les chlorures qui l'emportent sur le sodium à cause d'un excès de dissolution de cet élément
- D'après la figure (VI.1etVI.2) On constate toujours l'existence d'une même famille d'eau qui est la des familles Chloruré sodique et sodium potassique.
- Le report des 6 points d'eau sur le diagramme de Piper et (Figure VI.3) montre que le regroupement des points est en majeure partie sur les losanges des familles : familles Chloruré sodique et sodi-potassique.

4) Relation chimique

A) Sodium-chlorure Na^+ et Cl^-

Pour avoir une idée sur les éléments dominants, nous avons fait une représentation graphique sur une échelle décimale, avec en abscisse la teneur exprimée en milliéquivalents des chlorures, et en ordonnée celle du sodium. L'examen de (la figure VI.8) permet dire que la majorité des points d'eau à la droite.

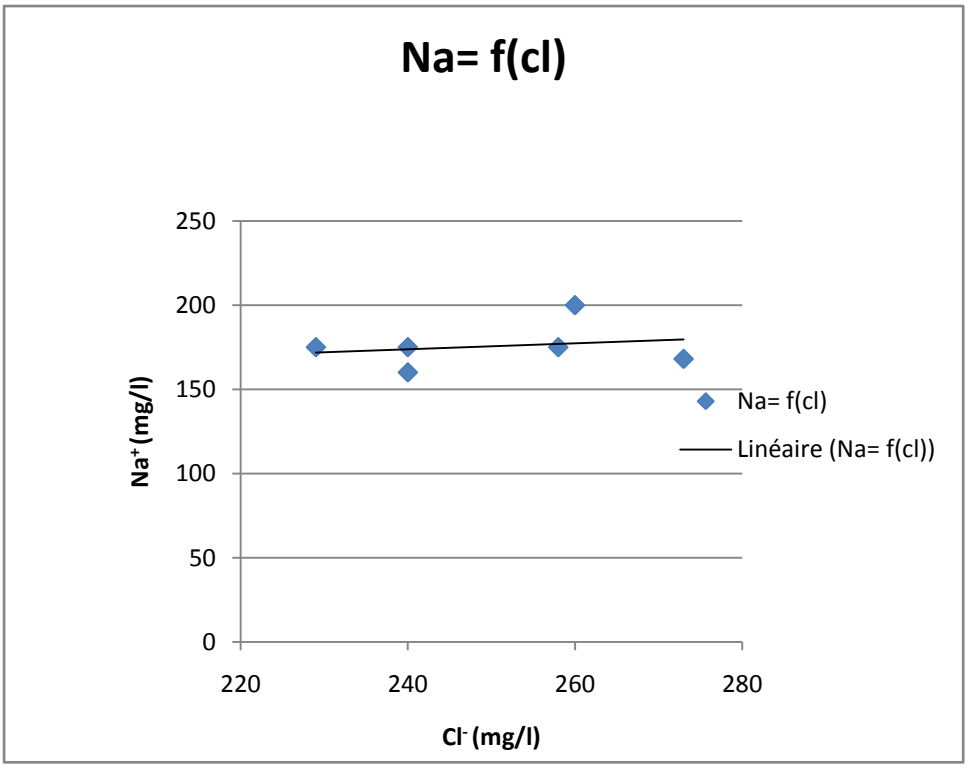

Fig.IV.9- Le couple Na+, Cl^-

B) Sulfate- calcium (Ca^{+2}- SO_4)

D'après la figure il existe deux ensembles de points : Un ensemble où le rapport est supérieur à 1, donc le calcium qui prédomine, c'est le cas de la plupart des points d'eau analysés, cela est dû probablement à la forte dissolution des formations gypseuses.

Pour le reste des échantillons analysés le rapport est inférieur à 1 et le sulfate prédomine.

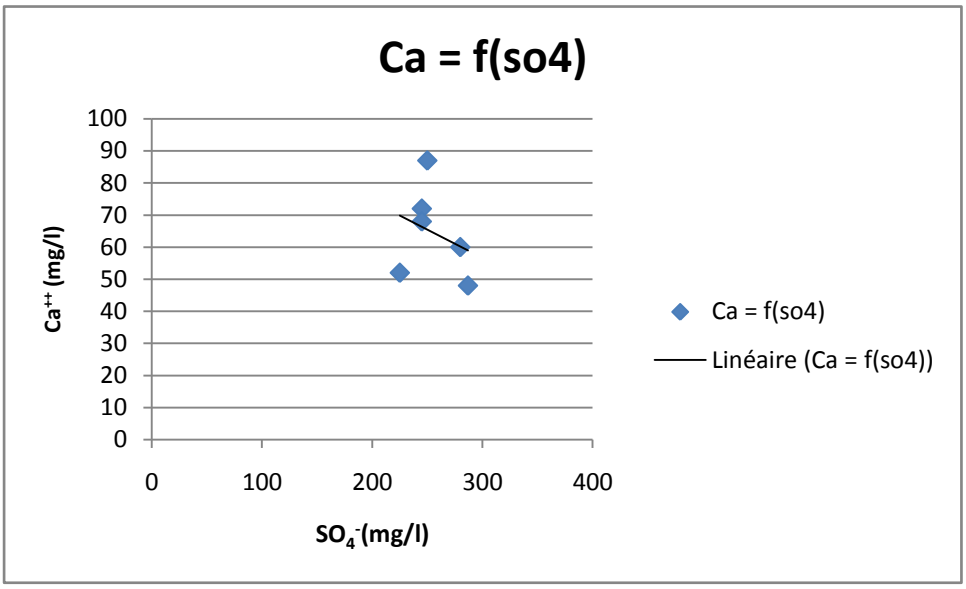

Fig.IV.10 Le couple Ca++, SO_4-

C) Magnésium-sulfate (Mg-SO_4)

La figure IV.11 indique que la relation sulfate magnésium est bien liée avec une évolution proportionnelle, donc l'origine est probablement du sel de magnésium la kiesérite (MgSO4).

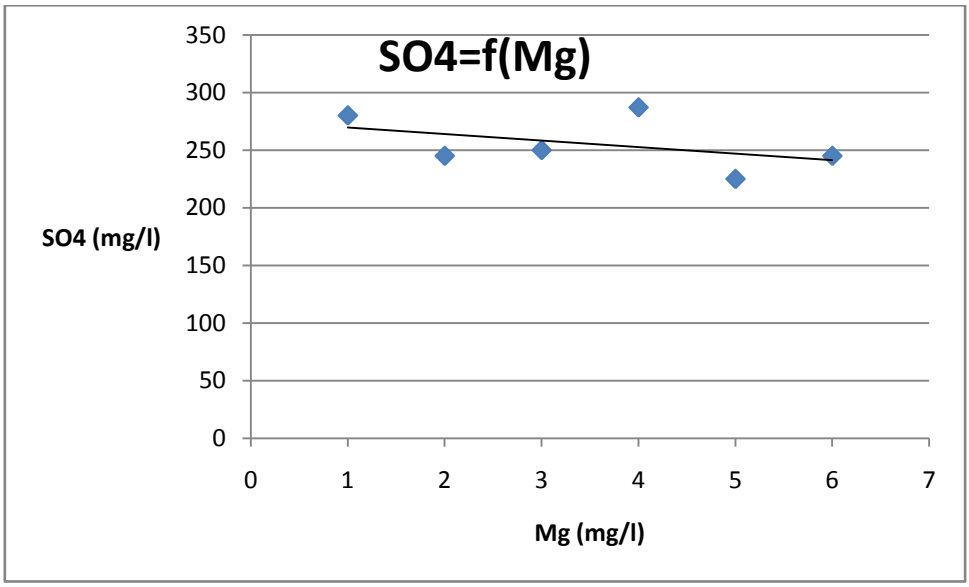

Fig. IV.11 Le couple Mg^-,SO_4-

D) Sulfata-calcium (SO_4-Ca)

Les sulfates ont une relation proportionnelle avec le Calcium, donc ils ont des origines communes, du gypse (CaSO4, 2HO2), , d'où l'échange de base du calcium des formations argileuses. (Figure IV.12).

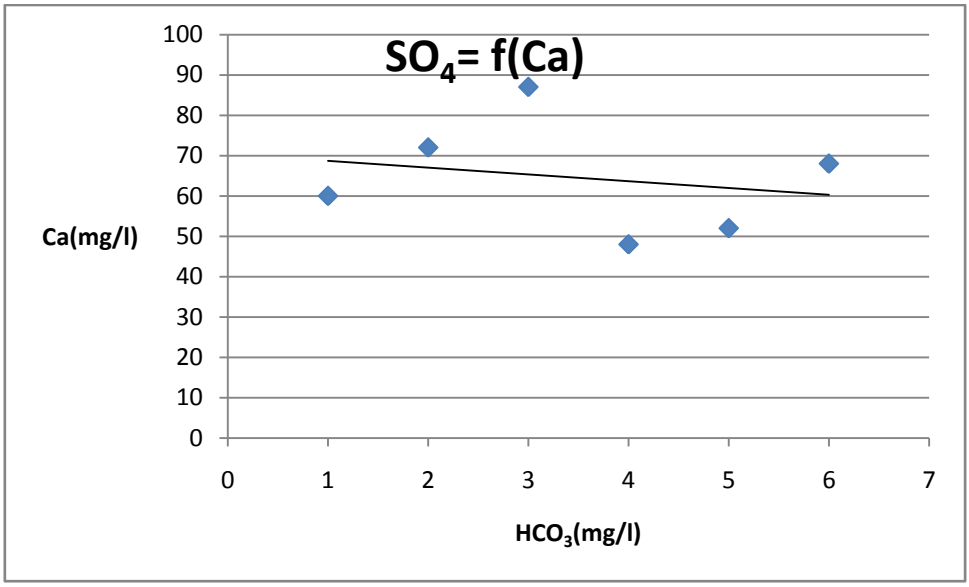

Fig.IV.12 couple ca-so_4

E) Conductivité-Dureté (CE-TH)

La relation est bien visible sur la figure IV.13 entre la dureté et la conductivité, qui confirme le classement de diagramme de Piper où les eaux sont classés d'une dureté.

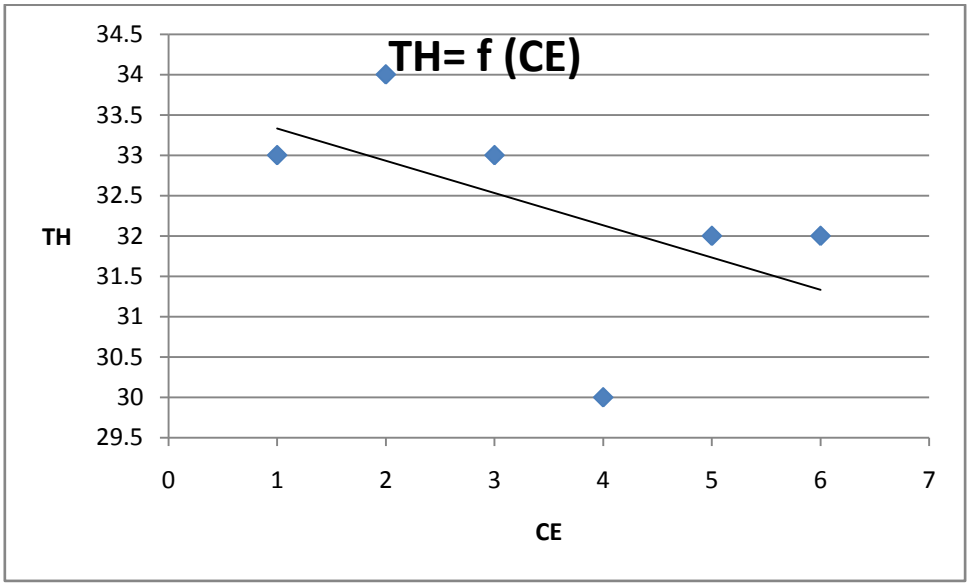

Fig.IV.13couple CE.TH

5) le titre hydrotimétrique (T.H)

Le degré hydrométrique ou la dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en calcium et en magnésium. T.H = $(Ca^{2+} + Mg^{+2}) * 5$

Tableau IV.2: Dureté des eaux en °F

T.H (F^0)	**0-7**	**7-22**	**22-32**	**32-54**	**>54**
Qualification de l'eau	Douce	Modérément douce	Assez douce	Dure	Très dure
Pourcentage des points	0	0	0	0	100

Le Tableau montre que la totalité des eaux analysées sont dures, dont le T.H eau dure est généralement sans danger pour la santé et présente des inconvénients d'ordre domestique en raison de la précipitation du calcium (carbonate de calcium).

6) Balance ionique

Les eaux naturelles contiennent des ions en quantité plus ou moins importante. Ces ions se divisent en cations, à charge positive, et en anions chargés négativement. Dans les cations et anions identifiés dans les eaux, il y a ceux qu'on qualifie de majeurs, comme le calcium (Ca^{2+}) ou les bicarbonates (HCO^{3-}), et les mineurs, présents en faible quantité et souvent le reflet d'eaux probablement polluées.

Les cations majeurs comprennent donc le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^{+}) et le potassium (K^{+}). Dans les anions majeurs, on compte les bicarbonates (HCO^{3-}), les chlorures (Cl^{-}) et les sulfates (SO_4^{2-}).

La balance ionique représente l'équilibre entre les cations et les anions présents dans l'eau.

On calcule la balance ionique pour déterminer le pourcentage des erreurs pendent les analyses (la fiabilité des analyses), théoriquement le pourcentage des erreurs tolérés devrais être inférieur ou égale 8% ,et se calcule comme suit:

$$\frac{la\ somme\ des\ cations - la\ somme\ des\ anions}{la\ somme\ des\ cations + la\ somme\ des\ anions} \times 100$$

Tabl.IV.3Balance ionique

E	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{2+}	K^{+}	Cations	HCO_3^-	SO_4^-	Cl^-	Anions	La somme	BI (%)
2010	60	45	175	21	301	104	280	258	642	943	-36.26
2011	72	40	175	18	305	149	245	229	623	928	-34.26
2015	87	28	160	20	297	140	250	240	630	927	-36.31
2016	52	48	168	22	290	153	287	260	700	990	-54.68
2017	48	45	200	20	313	153	225	273	651	964	-312.32
2019	68	37.5	175	18	298.5	152.5	245	240	637.5	936	-52.01

Le Tableau VI.3 **:** montre que des valeurs de la balance ionique très basse et ceci et due au déficit anormal des cations par rapport aux anions.

Conclusion

Conclusion

L'eau objet de cette étude est celle de seguia de Timliha située au Sud Est de la ville d'Adrar, cette seguia est connue par son eau très douce et très *légère* ce qui lui donnée un privilège par la population par rapport aux eaux des régions voisines.

Cette étude constituée une contribution pour la caractérisation et la compréhension des caractéristiques de cette eau.

Des analyses physico-chimique ont été établir sur des échantillons (6 échantillons) prélevés antidatés au niveau de l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) d'Adrar.

La représentation des éléments chimiques majeurs des eaux de Timliha sur les diagrammes de Piper et Schoeller-Berkhaloff a permis de constater que ces eaux sont plus au moins homogènes et mise en évidence d'un faciès chimique chloruré à chloruré-sodique voire calci-magnésien, indiquant l'influence d'une matrice probablement gypseuse, d'halite et carbonaté. D'une façon générale la concentration des éléments majeurs dissous de l'eau seguia de Timliha varient très peu d'une année l'autre. Le pH des eaux analysées sont presque semblable à part celle obtenues de l'année 2019 où il est de l'ordre de 8.05.

Les eaux de la seguia de Timliha sont probablement en contact avec une matrice lithologique riche en évaporites, révèlent une moyenne minéralisation exprimées par des valeurs de conductivité électrique faible (1.46mS/cm), qui augmentent de l'amont vers l'aval, les concentrations en éléments chimiques sont conforme ou inférieur aux normes de l'OMS et augmentent légèrement long du sens d'écoulement des eaux. D'après les apports en nitrates L'influence anthropique peut être négligée.

Il insuffisant, pour les eaux de seguia de la région de Timliha, d'effectuer des analyses physicochimiques classiques pour bien caractériser ces eaux, il est fortement recommander d'établir une étude hydrogéologie complète qui englobera une étude isotopique afin de déterminer la signature isotopique et l'affiliation hydrogéologique, le sens et le débit d'écoulement, l'âge des eaux, le taux de renouvellement et le taux des métaux dans ces eaux.

Le suivi du chimisme des eaux et de l'état de seguia et foggaras permettent de prévenir d'éventuelles anomalies sur des points d'eau bien particuliers.

Enfin, d'après les résultats obtenus on peut constater que la composition de l'eau de Timliha ne présente aucune particularité remarquable et elle très similaire aux eaux de la nappe Albienne qui est la source d'eau potable la plus disponible dans la région.

Bibliographie

[1]. ABIDI. (2010). les foggaras de Touat la fierté de la population locale.

[2]ANRH. (1998-2011). Des forages (1998) et foggaras (2011) de la région du Touat.

[3]celleric, J. J. (2002). La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. paris.

[4]. Degment. L'EAU, ÉLÉMENT FONDAMENTAL .

[5]. Dégrémont : 9ème Ed. Tome 1. (1984).

[6]. HAMADI. ((1982)). Quelques observations sur le système d'irrigation et la répartition des eaux des foggaras à Aoulef. pp. 35-46.

[7]. Henry, M. (1991). Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint Laurent .

[8]. http://www.anrh.dz.

[9]. KOBORI. (1982). Case studies of foggara oases in the Algeria Sahara and Syria. Tokyo.

[10]. ouali. (2011). coure de procédés unitaires biologique et traitement de eaux , office des publication universitaire. Alger.

[11]. REMINI B, A. B. (2008). Les foggaras du Grand Erg Occidental Algérien », LARYSS, journal n° 07.

[12]. Rodier, J. (1984). L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux re´siduaires, eau de mer), 7th ed.,. Dunod Edition. Paris, France.

[13]. RODIER, J. L'analyse de l'eau, 9e édition . Paris.

[14]. RODIER, J. (1974). L'analyse de l'eau, 7émé édition. Dunod. Paris.

[15]. Scott. (1980). L'action de prévention et de lutte contre les maladies dans le cadre des grands travaux hydrauliques.

[16]. www.pdf les eau thermique (vincent VALLES).

Les Annexes

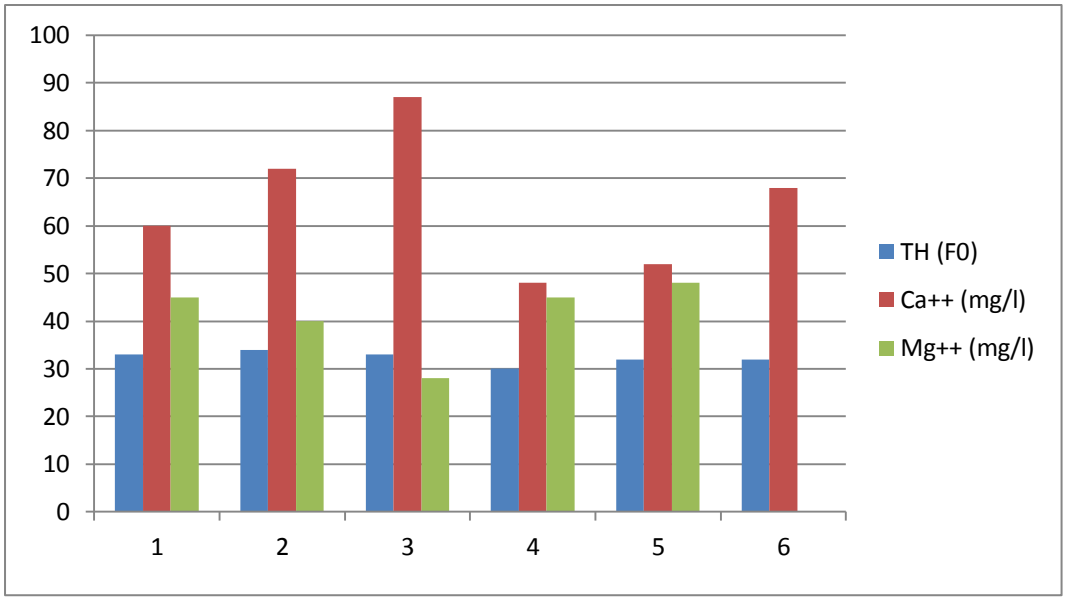

Fig.1-la variation de TH, Ca^{++},Mg^{++} de eau de Timliha

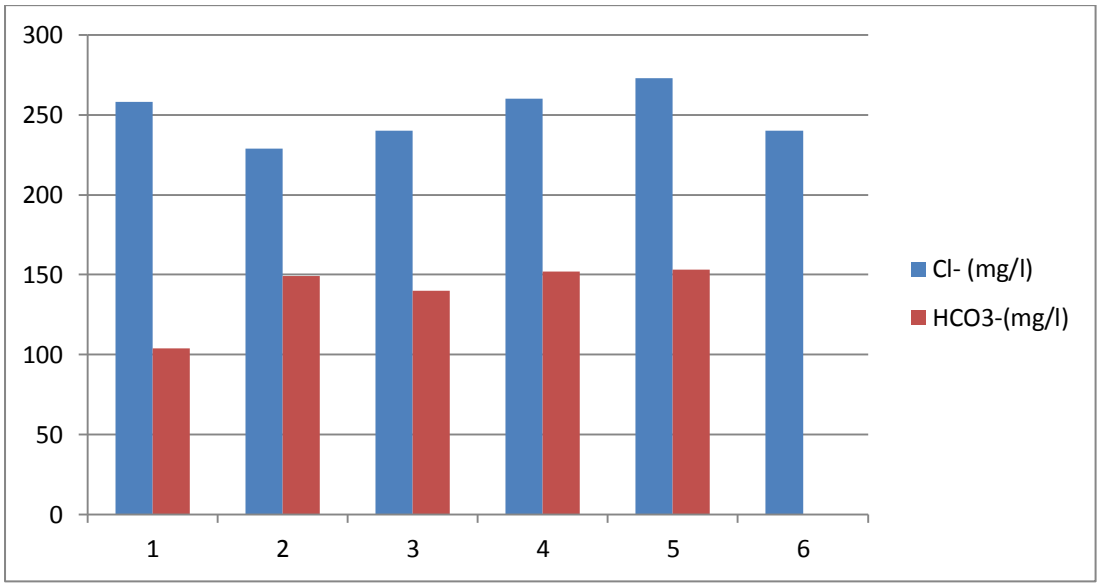

Fig.2.la variation de taux de HO_3et Cl^- dans le eaux Timliha

Photo.1- Œil de Foggara de Timliha

Photo.2- seguia de foggara de Timliha

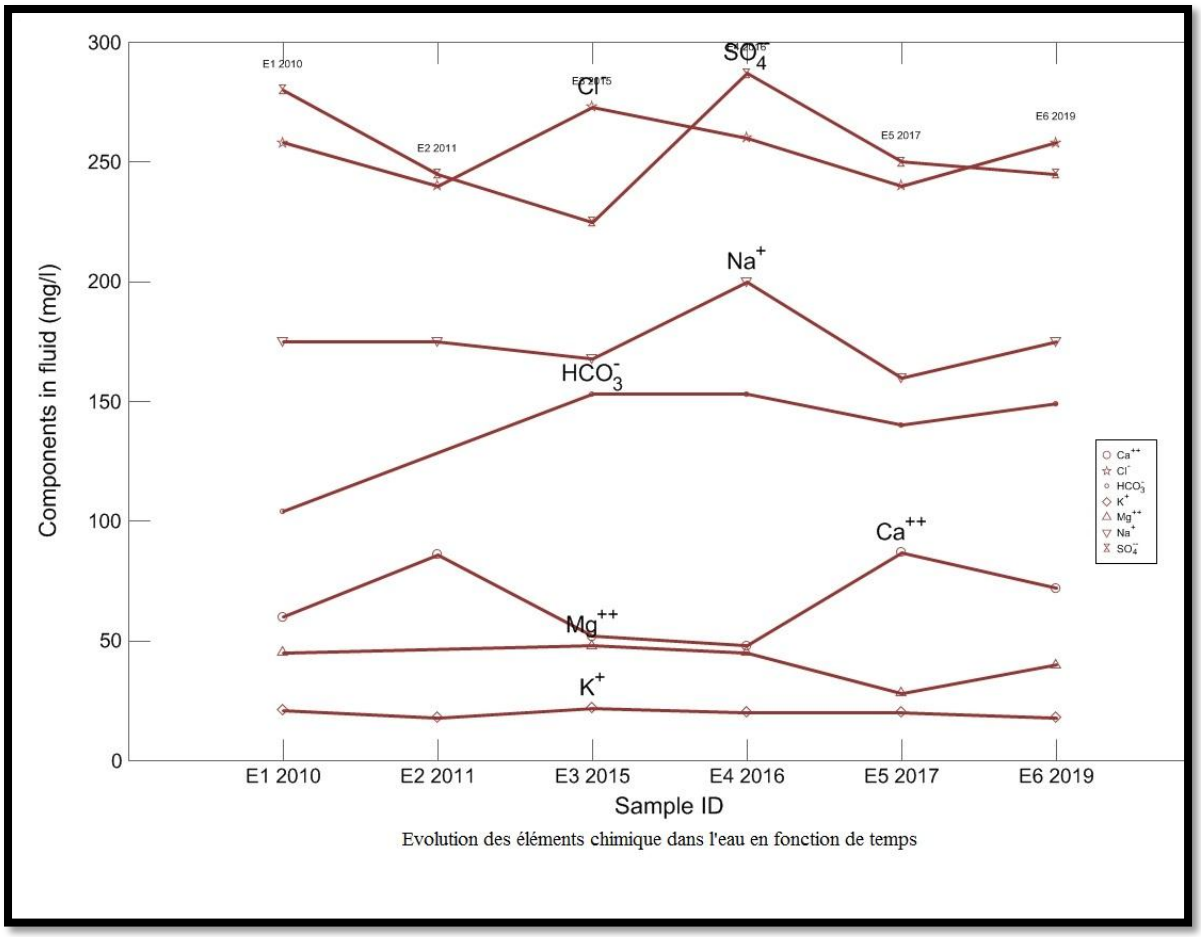

Fig.3. évolution des éléments chimique dans l'eau en fonction de temps

Résume

La Sahara Algérien est un partie de partie du grand Sahara, on climat est celui des hyperarides caractérise par des faibles précipitations des très faible taux d'humidité relative des températures de l'air très élèves et condition climatique sont à l'origine de la rareté des eaux superficielles dans ces zone, d'où la nécessité de penser à exploiter les eaux des nappes souterraines pour couvrir les besoins en eau pour la population, l'agriculture et l'industrie. Ce qui à pousser les gens de cette région à criée un système de foggara pour la conservation et l'exploitation de ses eau.
Cette étude constituée une contribution pour la caractérisation et la compréhension des caractéristiques de cette eau.

Des analyses physico-chimique ont été établir sur des échantillons (6 échantillons) prélevés antidatés au niveau de l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) d'Adrar. La représentation des éléments chimiques majeurs des eaux de Timliha sur les diagrammes de Piper et Schoeller-Berkhaloff a permis de constater que ces eaux sont plus au moins homogènes et mise en évidence d'un chloruré à chloruré-sodique voire calcium et magnésien, indiquant l'influence d'une matrice probablement gypseuse, d'halite et carbonaté. D'une façon générale la concentration des éléments majeurs dissous de l'eau seguia de Timliha varient très peu d'une année l'autre. Le pH des eaux analysées sont presque semblable à part celle obtenues de l'année 2019 où il est de l'ordre de 8.05.
Enfin, d'après les résultats obtenus on peut constater que la composition de l'eau de Timliha ne présente aucune caractéristique spécial et elle très similaire aux eaux de la nappe Albienne qui est la source d'eau potable la plus disponible dans la région.
Mots clés: Eau, Sahara, Timliha, analyses physico-chimique, éléments chimiques, foggara

Summary
The Algerian Sahara is a part of part of the great Sahara, it is climate of hyper-arids characterized by low precipitation, very low humidity, very high temperature, and these climatic conditions are at the origin of the scarcity of water in these areas, hence the need to consider exploiting groundwater aquifers to cover the water needs for domestic and industrial consumption. This will force people in this region to invent a foggara system for the conservation and exploitation of its water.
This study constitutes a contribution for the characterization and the understanding of the physicochemical characteristics of this water.
Physicochemical analyzes were carried out on samples (6 samples) taken backdated by the National Water Resources Agency (ANRH) of Adrar. The representation of the major chemical elements of the Timliha waters on the Piper and Schoeller-Berkhaloff diagrams made it possible to observe that these waters are more or less homogeneous and evidenced by a chloride-chlorinated chlorine-sodium or calci-magnesium, indicating the influence of a probably gypseous matrix, of halite and carbonate. In general, the concentration of the dissolved major elements of Seguia water of Timliha varies very little from one year to another. The pH of the waters analyzed is almost similar to that obtained in 2019 when it is around 8.05.
Finally, from the results obtained, it can be seen that the composition of Timliha water has no special characteristics and is very similar to the waters of the Albian aquifer, which is the most available source of drinking water in the region.
Keywords: Water, Sahara, Timliha, physico-chemical analyzes, chemical

ملخص
تعتبر الصحراء الجزائرية جزء من الصحراء الكبرى فهي تتميز بمناخ جاف ، ارتفاع درجات الحرارة و انخفاض في نسبة تساقط الأمطار .هذه الظروف هي الأصل في ندرة مياه المنطقة مما أدى الرجل الصحراوي إلى ابتكار نظام الفقارات لتغطية لاحتياجات المائية.
الهدف من الدراسة هو فهم ووصف خصائص هذه المياه.
في دراستنا هذه أجرينا تحاليل فيزيائية و كيميائي ة على ستة عينات لمياه تيمليحة أخذت من قبل الوكالة الوطنية للموارد المائية حيث أتاح تمثيل العناصر الكيميائية على الرسوم بيانية لبيبر و شولر ، أن هذه المياه متجانسة وتتمثل في الكلوريد الصوديوم و الصوديوم و المغنيسيوم .و اتضح من النتائج التى تم الحصول عليه ان تركيبة هذه المياه ليس لها ميزة خاصة وهي تشبه إلى حد ما طبقة المياه الجوفية الالبية التي تعد أكثر مصادر االمياه المتوفرة في المنطقة
الكلمات الرئيسية: المياه ، الصحراء الكبرى ، تيملیحة ، التحليل الفيزيائيةو الكيميائيةو ، فقارات، العناصر الكيميائية