



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

Université Ziane Achour -Djelfa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Science Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Eau et Environnement

Etude des paramètres physico-chimique de l'eau du Sebkhha cas De Zahrez Gharbi, Zaafrane (Djelfa)

Présenté par : CHEHARA Souria Radjaa.

Promoteur : Dr. SENNI Rachida.

Soutenu devant le Jury :

Président : Mr. Azzouzi Bilel

Examineur : Mr. Boutheldjaoui Fateh

Examinatrice: Mlle. Khadri Samira

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

*Avant du tous, je remercie **ALLAH** le tout puissant qui m'a donné la force et le courage d'aller jusqu'au bout du travail.*

*Un remerciement spécial à ma Promoteur, Madame **SENNI RACHIDA**, je la remercie assez pour la confiance qu'elle m'a toujours accordée au cours de ce travail. Je la remercie pour son aide et ses conseils.*

*Je remercie aussi le membre du jury en commençant par le Président **Mr.Azzouzi Bilel** et en arrivant à l'examineur **Mr.Boutheldjaoui Fateh** et **Mlle. Khadri Samira** pour m'avoir honoré par le jugement et la mise en valeur de mon travail.*

*Je veux remercie **Mr Habchi Samir** Pour les grands efforts dans le laboratoire ADE et les conseils qu'il m'a donnés.
Je veux remercier tout les collègues et les professeurs spécialité Eau et environnement.*

Enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à L'aboutissement de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

Aux personnes les plus chers du monde et les plus chers à mon cœur, si patients, si nobles avec moi pendant mes années d'étude.

À Mes Très Chers Parents qui m'ont offert la plus belle chance de la vie qui est celle d'étudier, en témoignage de mon éternelle reconnaissance et de mon affection.

*À Ma Très Cher **Mère** qui a toujours veillé sur moi.*

*À Mon Très Cher **Père** qui m'a toujours guidé.*

*A mon frère **Said** et **Nesserdinne** et mes sœurs, **Karima**, **Soumia**, et surtout **Fatna** qui Elle m'a soutenu dans ma carrière universitaire. À **Ahmed**, À toute ma famille **CHEHARA**, **AINA**, de près ou de loin.*

*À tous mes amis surtout très chère : **Nekhla**, **Nesrine**.*

*À Tous les étudiants de deuxième année master **Eau et Environnement**.*

A tous ceux qui occupent une place dans ma vie, dans mon cœur.

Que Dieu Les protèges

Listes des figures

Figure N°1 : Type d'eau USGS.....	07
Figure N°2 : Oxydation de l'azote ammoniacal	11
Figure N°3 : Variation des températures moyennes mensuelles à la station de Djelfa (1999-2008).....	21
Figure N°4 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station de Djelfa (1999-2008).....	21
Figure N°5 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle à la station de Djelfa (1999-2008)....	22
Figure N°6 : Variation de la vitesse du vent moyenne mensuelle à la station de Djelfa (1999-2008).....	23
Figure N°07 : Variation de l'humidité moyenne mensuelle à la station de Djelfa (1999-2008).....	23
Figure N° 08 : Répartition des volumes d'eaux destinées à l'alimentation en eau potable..... (A.N.R.H ; 2008)	28
Figure N°9 : Superficie des terres irrigables dans la région de Djelfa (A.N.R.H ; 2008).....	29
Figure N° 10 : Répartition des volumes d'eaux destinées à l'irrigation (A.N.R.H ; 2008).....	30
Figure N° 11 : vue spatiale de la sebkha (Alsat L, 06 août 2004).....	34
Figure N°12 : photo des réactifs dans une fiole jaugée.....	36
Figure N°13 : photo de Spectrophotomètre (ODOSSEY).....	36
Figure N°14 : photo de la coloration finale (violet).....	37
Figure N°15 : photo de titrage de Ca^{+2}	37
Figure N°16 : photo de titrages de Cl^- en début.....	44
Figure N°17 : photo de titrages de Cl^- à la fin (la coloration devient brune).....	44
Figure N°18 : Conductimètre.....	46
Figure N°19 : pH-mètre.....	46

Figure N°20 : Courbe représentative des résultats du pH.....	49
Figure N°21 : Courbe représentative des résultats du Température(C°).....	50
Figure N°22 : Courbe représentative des résultats du Conductivité (µs/cm).....	51
Figure N° 23 : Courbe représentative des résultats du Salinité%.....	52
Figure N° 24 : Courbe représentative des résultats du Taux de minéralisation total (g/l).....	53
Figure N°25 : Courbe représentative des résultats du Turbidité(NTU).....	54
Figure N° 26 : Courbe représentative des résultats de l'Ammonium (mg/l).....	55
Figure N° 27 : Courbe représentative des résultats de Nitrites (mg/l).....	56
Figure N° 28 : Courbe représentative des résultats de Nitrate (mg/l).....	57
Figure N° 29 : Courbe représentative des résultats de Phosphate (mg/l).....	58
Figure N°30 : Courbe représentative des résultats de Calcium (mg/l).....	59
Figure N°31 : Courbe représentative des résultats de Magnésium (mg/l).....	60
Figure N°32 : Courbe représentative des résultats de Chlore (mg/l).....	61
Figure N°33 : Courbe représentative des résultats de Sulfate (mg/l).....	62
Figure N°34 : Courbe représentative des résultats de Titre Alcalimétrique Complet.....	63
Figure N°35 : Courbe représentative des résultats de Résidus sec.....	64

Liste de tableaux

Tableau N °01 : Différents saveurs et gout de l'eau.....	04
Tableau N°02 : Classification des eaux d'après leur Ph	04
Tableau N°03 : Relation entre la Minéralisation et la conductivité électrique.....	05
Tableau N°04 : Classification des eaux en fonction de la turbidité.....	06
Tableau N°05 : Normes des paramètres physico-chimiques.....	13
Tableau N° 06 : Normes des substances indésirables.....	14
Tableau N° 07 : les principaux bassins versant de la région de Djelfa (A.N.R.H ; 2008)....	24
Tableau N° 08 : Unités hydrogéologiques dans la région de Djelfa (A.N.R.H ; 2008).....	25
Tableau N°09 : Taux d'exploitation des ressources en eau souterraine dans la région de Djelfa (A.N.A.T ; 2003).....	26
Tableau N°10 : Mobilisation des ressources en eau souterraines par les forages (A.N.A.T ; 2003)	27
Tableau N°11 : Besoins en eau pour l'alimentation en eau potable (A.N.R.H ; 2008)	28
Tableau N°12 : Confrontation entre les ressources et les besoins en eau (A.N.R.H ; 2008)...	30
Tableau N°13 : les normes d'étalonnage de (NH ⁴⁺).....	35
Tableau N°14 : les normes d'étalonnage de (PO ₄ ⁻³).....	40
Tableau N°15 : les normes d'étalonnage de (SO ₄ ²⁻).....	41
Tableau N°16 : les normes d'étalonnage de (NO ²⁻).....	43

Liste des abréviations

HCO₃ : L'alcalinité

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

T: Température

PH : potentiel d'hydrogène

R.S : résidu sec

TDS: Taux des Sels Dissous

TA : titre alcalimétrique

TAC : titre alcalimétrique complet

TH : dureté

A.D.E : Algérienne Des Eaux

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétracétique

MES : Matière En Suspension

Na Cl : Chlorure de Sodium

NF : Norme Française

Unités de mesure

% : Pourcentage

C° : Degré Celsius

°f : Degré Française

µm : micromètre

cm: centimètre

D : Densité

g : gramme

g/l : gramme par litre

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

L : litre

m : mètre

M eq/l : milliéquivalents par litre

mg : milligramme

ml : millilitre

V : volume

µs/cm : micro siemens par centimètre

SOMMAIRE

Listes des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Liste des Unités de mesure

INTRODUCTION.....01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur les paramètres physico chimiques de l'eau

1- Paramètres de qualité des eaux	03
1-1-Paramètres organoleptiques	03
1-1-1-Couleur	03
1-1-2-Odeur.....	03
1-1-3-Saveur.....	03
1-2-Paramètres physiques :.....	04
1-2-1-Température :.....	04
1-2-2-pH (potentiel Hydrogène):.....	04
1-2-3- Conductivité électrique :.....	05
1-2-4-Turbidité:.....	05
1-2-5-Résidus secs :.....	06
1-3- Paramètres chimiques :.....	06
1-3-1-Dureté :	07
1-3-2-Alcalinité :.....	07
1-3-3-Anions:.....	08
1-3-3-1-Chlorures :	08

1-3-3 -2- Sulfates (SO_4^{2-}) :	08
1-3-3 -3- Nitrates (NO_3^-) :	09
1-3-3-4-Nitrites (NO_2^-) :	09
1-3-3 -5-Bicarbonates (HCO_3^-) :	09
1-3-4-Cations:.....	10
1-3-4-1-Calcium (Ca^{2+}):	10
1-3-4-2-Magnésium (Mg^{2+}) :	10
1-3-4-3- Sodium (Na^+) :	10
1-3-4-4-Potassium (K^+) :	11
1-3-4-5-Ammonium (NH_4^+) :	11
2-Oxygène dissous :.....	11
2- 1- Matières organiques(MO) :.....	12
2- 2-Normes des paramètres physico-chimiques :.....	12
2-3-Normes des substances indésirables :.....	13
2-4-Normes des substances toxiques :.....	15
2-5- Les métaux:	15

CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

1-Situation géographique :	17
2-Cadre physique de la région :.....	17
2-1-Morphologie générale :.....	17
2-1-1- Montagnes :.....	17
2-1-2-Zone plaine du nord :.....	17
2-1-3- Dépressions des chotts :.....	17
2-1-4- Zone de dépression des Oueleds Nail :.....	17
3- Géologie :.....	18
3-1-Situation géologique:.....	18
3-2-Litho stratigraphie :.....	18
4-Hydrogéologie :.....	20
4-1-Formations aquifères :.....	20
5-Cadre climatique :	20

5-1-Température :.....	20
5-2- Précipitations :.....	21
5-3-Evaporation :.....	22
5-4- Vent :.....	22
5-5 -Humidité :.....	23
6- les ressources en eau dans la région de Djelfa :.....	24
6- 1-Potentialités en eaux reconnues :.....	24
6-1-1-Potentialités en eaux superficielles :.....	24
6- 1-2-Potentialité en eaux souterraines :.....	25
6-2-Ressources en eaux souterraines mobilisées :.....	26
7-Besoins en eau actuels :.....	28
7-1-Alimentation en eau potable :.....	28
7-2-Besoin en eau industrielle :.....	28
7-3-Besoin en eau d'irrigation :.....	29
8-Confrontation entre les ressources et les besoins en eau :.....	30
9- Généralité sur les sebkhas :.....	31
9-1-Définition de la sebkha :.....	31
9-2-Les systèmes de sebkha :	31
9-3-Classification des sebkhas :.....	31
9-3-1-Classification selon le bilan hydrologique :.....	31
9-3-2Classification selon le milieu de formation :.....	32

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III : Matériels et Méthodes

1-Échantillonnage et mode de prélèvement	33
---	-----------

1-1-Périod d'étude.....	33
1-3-Méthodes d'analyses:.....	34
1-3-1-Analyse des cations :.....	34
1-3-1-1-Détermination de l'azote ammoniacal (NH⁴⁺):.....	34
1-3-1-1-1Principe :.....	34
I-3-1-1-2-Réactifs:.....	35
I-3-1-1-3-Courbe d'étalonnage :.....	35
I-3-1-1-4-Mode opératoire :.....	35
I-3-1-1-5-Expression des résultats :.....	36
I-3-1-2-Détermination du Calcium (Ca²⁺) :.....	36
I-3-1-2-1-Principe:.....	36
I-3-1-2-2-Réactifs:.....	36
I-3-1-2-3-Mode opératoire :.....	37
I-3-1-2-4-Expression des résultats :.....	37
I-3-1-3-Détermination du magnésium (Mg²⁺):.....	38
I-3-1-3-1Principe :.....	38
I-3-1-3-2-Réactifs :.....	38
I-3-1-3-3-Mode opératoire :.....	38
I-3-1-3-4-Expression des résultats :.....	38
I-3-2-Analyse des anions :.....	39
I-3-2-1-Détermination des phosphates (PO₄⁻³) :.....	39

I-3-2-1-1-Principe :.....	39
I -3-2-1-2-Réactifs :.....	39
I -3-2-1-3-Courbe d'étalonnage.....	40
I-3-2-1-4-Mode opératoire :.....	40
I -3-2-1-5-Expression des résultats :.....	40
I -3-2-2Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}) :.....	40
I -3-2-2-1-Principe :.....	40
I -3-2-2-2-Réactifs :.....	41
I -3-2-2-3-Courbe d'étalonnage :.....	41
I-3-2-2-4-Mod opératoire	42
I-3-2-2-5-Expression des résultats :.....	42
I-3-2-3-Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-)	42
I -3-2-3-1-Principe.....	42
I -3-2-3-2-Réactifs :.....	42
I-3-2-3-3-Mode opératoire :.....	42
I-3-2-3-4-Expression des résultats :.....	42
I-3-2-4-Détermination de (CO_3^{2-}).....	42
I-3-2-5-Déterminationdes Nitrites (NO_2^-) :.....	42
I -3-2-5-1-Principe:.....	42
I -3-2-5-2-Réactifs :.....	42
I -3-2-5-3-Courbe d'étalonnage :.....	43

I-3-2-5-4-Mode opératoire :.....	43
I-3-2-5-5-Expression des résultats :.....	43
I-3-2-6-Détermination des chlorures (Cl ⁻) :.....	43
I-3-2-6-1-Principe :.....	43
I-3-2-6-2-Réactifs :.....	43
I-3-2-6-3-Mode opératoire :.....	44
I-3-2-6-4-Expression des résultats :.....	44
I-3-3-l'analyse de pH, T°c, Cond, sal et TDS :.....	45
I-3-3-1-Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre	45
I-3-3-1-1Principe	45
I-3-3-1-2-Mode opératoire	45
I-3-3-2-Mesure de la conductivité électrique	46
I-3-3-2-1-Définition	46
I-3-3-2-2-Principe	46
I-3-3-2-3-Mode opératoire	46
I-3-3-3 la salinité, taux de minéralisation total (TDS) et la température	47
2-Méthodes d'analyses organoleptiques	47

CHAPITRE IV : Résultats et Discussions

1-Paramètres organoleptiques.....	48
1-1-La Couleur.....	48
1-2- L'odeur.....	48
1-3- Le goût et la saveur.....	48
2-Paramètres physico-chimiques.....	48
2-1- Potentiel hydrogène (PH).....	48
2-2-Température.....	49
2-3-Conductivité	50
2-4-Salinité.....	51
2-5-Taux des sels dissous(TDS).....	52
2-6- Turbidité.....	53
2-7-Ammonium (NH ₄ ⁺).....	55
2-8- Nitrites (NO ₂).....	56
2-9-Nitrate (NO ₃ ⁻).....	57
2-10-Phosphate (PO ₄ ⁻).....	58
2-11-Calcium (Ca ²⁺).....	59
2-12-Magnésium (Mg ⁺²).....	60
2-13-Chlore (Cl ⁻).....	61
2-14-Sulfate (SO ₄ ⁻²).....	62
2-15- Titre Alcalimétrique Complet (TAC).....	63

2-16-Résidus secs64

CONCLUSION GENERALE65

Références bibliographique

Annexe.....

Résumé

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

L'eau est un élément vital, précieux pour les êtres vivants et son rôle économique et social est très important. Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et biologiques susceptibles à plus ou moins long terme de nuire à la santé des individus.

L'eau, élément nécessaire et irremplaçable pour toute vie sur terre. Mais, elle peut jouer le rôle d'un vecteur d'agent potentiellement dangereux et par conséquent une source de maladie (Hassoun et *al*, 2010). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson (Pulim, 1991). L'eau potable est une eau possédant des qualités chimiques, microbiologiques et organoleptiques qui la rendent apte à la consommation humaine. L'eau douce est un élément plutôt rare à la surface terrestre puisqu'elle ne représente que 3 % du volume totale de l'hydrosphère, les plus importantes réserves d'eau douce se trouvent gelées et inaccessibles (environ 80 %) et sont techniquement inexploitable. L'eau douce exploitable représente seulement 20% des réserves et 0.6 % du volume total de l'hydrosphère (Rejsek, 2002).

L'eau minérale naturelle est une eau possédant des propriétés thérapeutiques reconnues par la loi et l'appellation n'implique pas obligatoirement une forte teneur en minéraux. D'origine souterraine, elle est d'autant mieux protégée puisqu'elle provient des nappes très profondes et sa composition est due au milieu d'où elle provient ou avec lequel elle a été en contact. Destinée à l'alimentation en tant que boisson, elle doit présenter une grande pureté du point de vue microbiologique et répondre à des critères de qualités physico-chimiques. L'analyse d'une eau révèle la présence de gaz, de matières minérales et de matières organiques en suspension ou en solution et éventuellement de micro-organismes. Nombre de ces composants ont Une origine naturelle en provenance des roches, du sol et de l'air ou par contamination humaine et animale. (Bengoumi et *al*, 2004).

Composition d'une eau naturelle Les substances présentes dans l'eau peuvent être classées selon leurs nature chimique (organique ou minérale) ou selon leurs états physique (matières dissoutes, colloïdales ou en suspension) (Rejsek, 2002).

- Matière minérale : Ce sont essentiellement des composés ioniques, anions comme HCO_3 , Cl^- , SO_4^{2-} , et cations comme Ca^{+2} , Na^+ , Mg^{+2} , K^+ . Qui proviennent de la dissolution des roches dans l'eau qui circule à leur contact. L'eau contient également des gaz dissous ayant

une grande importance dans les phénomènes biologiques ainsi que chimique comme par exemple la corrosion.

- Matière organique: Ces matières proviennent soit de l'érosion des sols, soit de la décomposition de matières animales ou végétales qui se retrouvent dans l'eau. Elles se décomposent du fait de leur instabilité chimique et par l'action des microorganismes de l'eau en formant des composés de plus en plus simples.

- Matières dissoutes : Ce sont des matières dispersées de façon homogène dans l'eau, faiblement polarisées ou ionisées. Du fait de leur état dissous, ces molécules sont difficiles à éliminer de l'eau traitée par les procédés physiques classiques.

- Matière colloïdales : L'état colloïdal est un état intermédiaire entre l'état dissous et la suspension. Les matières colloïdales sont constituées d'éléments de petite taille chargés négativement, difficile à éliminer.

- Matière en suspension : Ce sont des particules solides dont la taille est supérieure à $10\mu\text{m}$, dispersées dans l'eau sans être chimiquement liées avec elle. De ce fait, leur élimination est assez simple.

L'objectif de L'analyse physico-chimique fait connaître les emplois auxquels convient une eau donnée, besoins ménagers (eau de cuisson ou de lavage...), besoins industriels (eau de réfrigération ou de fabrication...), elle détecte les eaux risquant d'exercer une action chimique sur les canalisations, elle facilite la mise au point des traitements qui supprimeront les inconvénients révélés.

Ainsi, ce travail vient pour mettre en exergue, la détermination des différents paramètres physico-chimique et la qualité de l'eau de sebkha (étude du cas de Sebkha Zahrez Gharbi- Zaafrane, dans wilaya Djelfa.

Nous avons trouvé beaucoup de difficultés Lors de la réalisation de ce travail suite à la situation sanitaire du pays comme le déplacement vers la commune de zaafrane et la réalisation des analyses physico chimique qui sont réalisés au niveau de laboratoire ADE Djelfa

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

Généralités sur les paramètres Physico-chimiques de l'eau

Introduction:

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres, basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres :

-Qualité physique : Matière en suspension, turbidité, transparence, température, conductivité et salinité ;

-Qualité chimique : pH, sels minéraux, matière organique (Demande Biologique en Oxygène en 5 jours, Carbone Organique Dissous), oxygène dissous, nutriments (nitrites, nitrates, ammonium, phosphate, silice), pesticides, etc.

Ces paramètres permettent d'acquérir des connaissances de base pour développer une surveillance afin de détecter des perturbations et de mettre en place un suivi pour rétroagir sur la gestion. (Miche, 1997) (Nedjimi, 2006).

1-Paramètres de qualité des eaux :

1-1-Paramètres organoleptiques :

1-2-Couleur :

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

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

La couleur vraie « réelle » d'une eau est due seulement aux substances dissoutes, elle est déterminée après filtration de l'échantillon d'eau à travers une membrane de 0,15 μm . (Rodier J ; 1984) (Belhouadjeb et Toaiba , 2006).

1-3-Odeur :

L'odeur d'une eau est due à la présence des substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre SO_2 ou le sulfure d'hydrogène (H_2S); ou organiques comme les esters, les alcools, les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins bien identifiés, résultant de la décomposition des matières animales ou végétales (algues) ou encore dus à la pollution d'origine urbaine, agricole et industrielle. (Rodier, 1984) (Rodier, 1980) (Alpha, 2005).

1-4-Saveur :

Les principales substances qui peuvent donner à l'eau une saveur, désagréable sont : le fer, le manganèse, le chlore actif, le phénol (Tableau n°01), et elle se développe avec l'augmentation de la température. (Rodier, 1984) (Alpha, 2005).

Tableau N °01 : Différents saveurs et gout de l'eau. (Belhouadjeb et Toaiba, 2006).

Nature de la saveur et du goût
Goût métallique - Saveur salée et amère - Pourri - Goût de savon - Saumâtre - Terreuse

1-2-Paramètres physiques :**1-2-1-Température :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. en outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques et du point de vue industriel pour les calculs d'échanges thermiques. (Rodier et al ,2005).

1-2-2-pH (potentiel Hydrogène):

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature de terrains traversés ; les eaux très calcaires ont un pH alcalin et celles provenant des terrains pauvres en calcaire ou siliceux ont pH proche de 7, la classification des eaux selon leur pH donnée au tableau N°02 (A.E ; 2005).

Tableau N°02 : Classification des eaux d'après leur Ph (A.E ; 2005).

pH	Alcalinité ou acidité des eaux
pH<5	Acidité forte présence des minéraux ou matières organiques
pH=7	neutre
7<pH<8	Proche de la neutralité (la majorité des eaux de surface)
5<pH<8	La majorité des eaux souterraines
pH=8	Alcalinité forte présence de sels basiques

1-2-3- Conductivité électrique :

La conductivité électrique est la propriété qu'à une conduire le courant électrique, elle dépend de la quantité d'ions qui renferme cette eau aussi que sa température. Une conductivité élevée traduit une grande salinité, une valeur élevée conduit à un entartage des conduites si l'excès est dû aux ions de calcium (Degremont, 1978).

Le tableau N°03 donne Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique.

Tableau N°03 : Relation entre la Minéralisation et la conductivité électrique (Rodier et al, 2009).

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

1-2-4-Turbidité:

La mesure de la turbidité permet d'apprécier les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension et diminuer la lumière utilisée par les plantes aquatiques pour la photosynthèse.

La turbidité s'exprime en unité néphélogéométrie de turbidité(NTU) et doit être inférieur à 5 NTU. La classification des eaux en fonction de la turbidité est consignée dans le tableau suivant :

Tableau N°04 : Classification des eaux en fonction de la turbidité (Nacló, 1983).

Conductivité électrique (exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$)	Qualité de l'eau
50 à 400	Excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Médiocre mais eau utilisable
>à 1500	Minéralisation excessive

1-2-5-Résidus secs :

Le résidu sec ; exprimé en (mg/l) ; représente la totalité des sels dissous. Il est obtenu par dessiccation de l'eau à 110°C. Le résidu sec calciné est déterminé par calcination à 180°C. (Rodier, 1974) (Rodier, 1997).

1-3- Paramètres chimiques :

La qualité de l'eau est déterminée pour l'eau brute dans le milieu naturel, et pour les eaux destinées à certains usages, à partir de relevés de concentrations en différentes substances physico-chimiques ou en éléments biologiques qui la composent, au regard de concentrations de référence (réglementation et normes en vigueur), établies en fonction des usages de destination (eau potable, baignade, enjeu environnemental,...).

De nombreux contrôles de qualité interviennent ainsi sur chaque « type d'eau », à différentes étapes du cycle de l'eau, selon des réglementations et méthodologies propres, appliquées en fonction des enjeux sanitaires et/ou environnementaux. La réglementation, les normes, les traitements ou les actions mises en œuvre varient ainsi selon les usages et les enjeux associés. La qualité des eaux brutes dans le milieu naturel demeure déterminante, elle constitue le premier maillon conditionnant la vie des milieux aquatiques et la qualité de l'eau vis-à-vis des différents usages. L'eau, au contact des terrains qu'elle rencontre, se charge en divers éléments qui vont influencer sur sa qualité. Certains de ces éléments sont présents naturellement dans le sol, et vont définir la qualité « naturelle » de l'eau. Ainsi l'eau à l'état naturel peut contenir :

- des matières organiques,
- des matières dissoutes provenant des terrains traversés (calcium, magnésium, sodium, potassium, bicarbonates, sulfates, chlorures, métaux lourds, ...),
- des particules en suspension. (Kane, 2000).

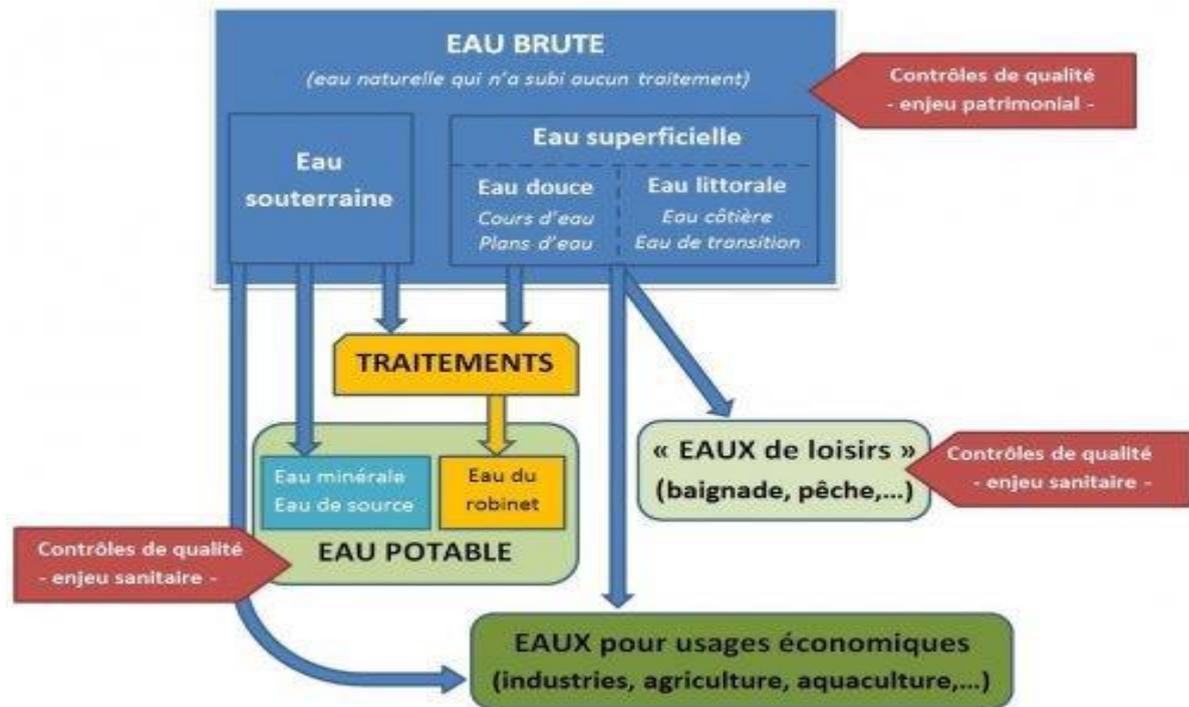


Figure N°01: Type d'eau USGS (Georgia Water Science Centre ; 2013).

1-3-1-Dureté :

- **Dureté totale :**

La dureté totale d'une eau est produite par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. On distingue: une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca et Mg et une dureté non carbonatée produite par les autres sels.

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

- **Dureté carbonatée (Dureté temporaire) :**

Correspondant à la quantité d'ions alcalino-terreux qui peuvent être associées aux ions hydrogénocarbonates (HCO_3^-), qui précipitent lors de la cuisson sous forme de carbonates alcalino-terreux insolubles, La différence entre la dureté totale et la dureté temporaire est appelée dureté permanente. (Thierun et Steffe, 2001).

1-3-2-Alcalinité :

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

Le TAC s'exprime en degré française ($^{\circ}\text{F}$), ou en milliéquivalent par litre, on déduit que $1 \text{ meq/l} = 5$ degrés françaises

1 °F = 3,4 mg/l (OH^-), (Hydroxyde)

1 °F = 6, 0 mg/l (CO_3), (Carbonates)

1 °F = 12, 2 mg/l (HCO_3^-), (Bicarbonates)

1-3-3-Anions:

Une eau naturelle pure ne renferme que des sels minéraux dissous et dissociés en cations et anions. Les ions présents dans l'eau sont divisés en deux catégories :

- Ceux présents naturellement dans l'eau à des concentrations bien définies (comme par exemple, Na^+ , le Ca^+ , etc.) ;
- Ceux provenant des activités humaines. Dans ce cas, nous distinguons les sels entraînés par l'eau (CaCl_2 , Na_2SO_4 , NH_4NO_3 , etc.) qui se solubilisent et s'ionisent en cations et anions et les sels provenant de la réaction du dioxyde de carbone (CO_2) sur les matériaux calcaires ou magnésiens et forment des sels tels que d'hydrogénocarbonate de calcium ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) ou de magnésium ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$).

En effet, les ions calcium (Ca_{2+}) et magnésium (Mg_{2+}) sont les plus communs dans les eaux naturelles et les principaux ions présents. Ils sont souvent combinés avec les anions comme les bicarbonates, les carbonates et les sulfates

1-3-3-1-Chlorures :

Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (Humbert et Pommier ; 1988 in Tarik : 2005), La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé les chlorures provenant essentiellement de la dissolution des sels naturels provoqués par lessivage des formations salifères, ainsi que l'évaporation intense, dans des régions où le niveau piézométrique est proche, de la surface du sol.

La présence des chlorures dans les eaux souterraines peut avoir une origine essentiellement agricole (engrais, pesticides ... etc.) ; industrielle et urbaine (eaux usées). (Rodier et al,2009) (Berkani et Benarfa ,2005) (Nedjimi, 2006) (Durand, 1983).

1-3-3 -2- Sulfates (SO_4^{2-}) :

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles très variable, peut être très largement dépassé dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche gypseuse est élevé, elle provient essentiellement de la dissolution du gypse selon la relation suivante :



Ou de lessivage des terrains contenant les pyrites ; dont les sulfures entraînés s'oxydent en sulfate à l'air. (Rodier et al, 1996).

1-3-3 -3- Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates (NO₃⁻) résultent de l'oxydation de l'azote organique provenant du lessivage des engrais et des rejets urbains et industriels et sont donc présents à l'état naturel dans les sols et dans les eaux. Les nitrates sont l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs, stimule le développement de la flore aquatique.

Les nitrates aident les plantes à pousser surtout les algues. Or les algues ont besoin d'oxygène pour vivre. Lorsqu'elles se développent trop, elles provoquent une situation d'anoxie (absence d'oxygène) dans l'eau. Dans ces conditions, les poissons et les invertébrés du milieu meurent en grand nombre.

Les nitrates en eux-mêmes ne présentent pas de danger particulier pour la santé, c'est leur transformation en nitrites dans l'estomac qui peut être toxique. La concentration des nitrates doit être inférieure à 50 mg. (Rieu, 1981) (Baza, 2006).

1-3-3-4-Nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites, (NO₂⁻), comme les nitrates, sont présents à l'état naturel dans les sols, les eaux et les plantes, mais généralement en faible quantité. Plus une eau est riche en nitrates, plus le risque est important de consommer des nitrites, car les nitrates se transforment en nitrites par le phénomène chimique de la réduction (élimination d'oxygène). Une trop forte concentration de nitrites dans l'organisme peut provoquer des maladies graves (des cyanoses notamment).

Le nitrite ou azote nitreux, représente une forme moins oxygénée et moins stable, elle résulte de passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. (Gilbert, 1998) (Hamsatou , 2005).

1-3-3 -5-Bicarbonates (HCO₃⁻) :

Le bicarbonate fait partie des nombreuses substances minérales (au même titre que le calcium, le magnésium ou encore le sodium) naturellement présentes dans l'eau. L'eau peut contenir des quantités plus ou moins élevées de bicarbonate en fonction des types de sols qu'elle traverse (infiltration) ou sur lesquels elle s'écoule (ruissellement). Sans effet nocif pour la santé, le bicarbonate n'est soumis à aucune norme légale.

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



Les bicarbonates n'ont pas un rôle prépondérant direct sur la santé humaine (Hartmann, 2002).

1-3-4-Cations:

1-3-4-1-Calcium (Ca^{2+}):

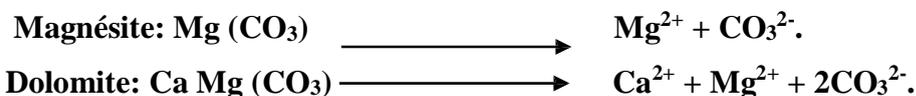
Le calcium est un élément très répandu dans la nature. On le trouve dans presque toutes les eaux naturelles. Le calcium est bien connu pour son rôle majeur dans la croissance et l'entretien des os. Il est très important pour les enfants, mais aussi pour les femmes enceintes et les personnes âgées. La quantité quotidienne de calcium recommandée est de 1000 à 1200 milligrammes par jour. Des quantités élevées de calcium dans l'eau du robinet ne présentent aucun risque pour la santé. Elles peuvent néanmoins altérer le goût de l'eau et favoriser l'apparition de tartre dans les appareils électroménagers.

La présence des ions (Ca_{2+}) est liée principalement à deux origines naturelles : soit à la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit à la dissolution des formations gypseuses. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau ; cette dureté de l'eau est exprimée par le titre hydrotimétrique (TH). Sur le plan de la santé, les eaux dures (à forte teneur en calcium) n'entraînent pas de conséquence. (Nedjimi, 2006) (Baza, 2006).

1-3-4-2-Magnésium (Mg^{2+}) :

Le magnésium existe en abondance dans la nature. Avec le calcium, il contribue à la dureté de l'eau. Le magnésium a de nombreux bienfaits pour la santé humaine, dont celui de limiter l'anxiété et l'hypersensibilité au stress. Il favorise également la transmission neuromusculaire. Les besoins en magnésium chez l'adulte sont estimés à 5 - 7 mg/kg/jour.

Ses origines est comparables à celles du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à forte teneurs en oxygène (magnésite et dolomite) ; selon l'équation suivante : (Nedjimi, 2006) (Baza, 2006).



1-3-4-3- Sodium (Na^+) :

Le sodium est un sel minéral qui a pour rôle de maintenir l'hydratation équilibrée de notre corps. Il est présent à des teneurs variables dans tous les types d'eaux, qu'elles soient souterraines ou de surface. Un adulte doit en consommer près de 3 g par jour au total.

Dans l'eau de distribution, la quantité de sodium dans l'eau ne doit pas dépasser 150 mg/l., la teneur de l'eau en sodium a oscillé entre 9,5 et 27,1 mg/l. En raison de sa solubilité, le sodium est un élément fréquemment du pH de l'eau.

Les ions (CO_3^{2-}) ne sont présents en concentration mesurables que dans les eaux dont le pH est supérieur à 8 ; tandis que les ions (HCO_3^-) constituent la forme la plus abondantes sous laquelle on trouve le carbone minéral. D'autre part la présence des HCO_3^- est liée à la nature lithologique des terrains traversés. (Nedjimi, 2006) (Rieu, 1981) (Kirda, 1997).

1-3-4-4-Potassium (K^+) :

Le potassium est un élément naturellement présent dans l'eau mais peut également provenir de l'activité humaine (exemples : mines de sel, industrie du verre, engrais). A l'image du magnésium, il assure, entre autres, le bon fonctionnement du système nerveux. C'est l'élément qui nous permet, par exemple, de contracter nos muscles et de combattre les crampes. Pour un adulte, il est recommandé de consommer 3 à 5 g de potassium par jour. Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schiste), ainsi que les argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques. (Kirda, 1997) (Nedjimi, 2006).

1-3-4-5-Ammonium (NH_4^+) :

En général, l'ammonium se forme sous l'effet de la décomposition naturelle des matières organiques. La présence d'ammonium est souvent liée à celle du nitrate et du nitrite. Dans l'eau, il peut apparaître à cause de déchets issus d'activités agricoles, industrielles ou domestiques.

L'ammonium n'est pas néfaste pour la santé, à condition que son absorption via l'eau de boisson ne dépasse pas les 0,5 mg/l réglementaires. L'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation (Hamsatou, 2005).

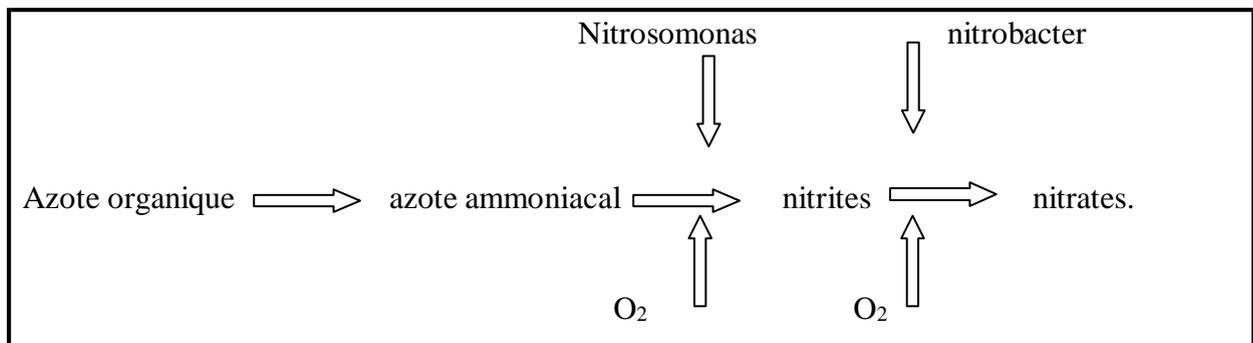


Figure N°2 : Oxydation de l'azote ammoniacal (Hamsatou, 2005).

2-Oxygène dissous :

La présence d'oxygène dans l'eau est indispensable à la respiration des êtres vivants aérobies. Elle permet également le processus d'oxydation des matières organiques, mais cette décomposition appauvrit le milieu aquatique en oxygène.

L'oxygénation de l'eau provient d'abord du contact de sa surface avec l'atmosphère. Elle est favorisée par les remous, les cascades et surtout la température car plus l'eau s'échauffe, moins l'oxygène y est soluble.

Des apports en dioxygène dans les eaux sont :

- *La dissolution du dioxygène de l'air,
- *La photosynthèse des algues vivant dans l'eau.
- *La concentration en oxygène dissous doit être supérieure à 7 mg/l. (Mireille, 2004).

2- 1- Matières organiques(MO) :

Contenue dans les eaux, c'est la partie non encore décomposée de la pollution organique (matières vivantes mortes ou déjection d'organismes vivants).

La dégradation de la MO consomme et réduit l'oxygène dissoute de l'eau nécessaire à la vie aquatique.

La charge de pollution organique est quantifiable par les techniques normalisées : la DCO, la DBO5.

La MO constituée en grande partie d'azote organique est en final décomposée par les bactéries principalement en ammonium, nitrites et enfin en nitrates. L'indique. (O.N.M, 2008) (Bremond et Perrodon, 1979).

2- 2-Normes des paramètres physico-chimiques :

Les paramètres physico-chimiques permettant de définir les normes de potabilité des eaux qui sont : le pH, la conductivité électrique, turbidité, concentration en sulfates, chlorures, etc. C'est différentes normes sont consignées dans le tableau n°03.

Tableau N°05: Normes des paramètres physico-chimiques. (O.N.M, 2008) (Bremond et Perrodon, 1979).

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

NG : Niveau Guide

CMA : Concentration Maximale Admissible

2-3-Normes des substances indésirables :

Les substances indésirables sont des substances dont sa présence est tolérée en faible concentration exigée par une réglementation. Parmi ces substances, on peut trouver des éléments qui ne causent que des désagréments pour l'utilisateur ; mais d'autres peuvent avoir une incidence sur la santé (Taha, 2002).

Tableau N° 06: Normes des substances indésirables. (O.N.M, 2008) (Bremond et Perrodon, 1979).

paramètres	unités	Normes de						
		U. Européenne		OMS	Suisse		France	USA
		NG	CMA	CMA	NG	CMA	CMA	CMA
Ammonium	mg/l	0,05	0.5	0.5	<0.05	0.1-0,5	0,1	-
Argent	µg/l	-	10	10	-	0.1	-	0.1
Cuivre soluble	mg/l	-	1	1	<0.005 (à la source)	1.5	2	1.3
Fer soluble	mg/l	50	0,2	0,2	<0.05 (dissous)	0.3 (total)	0,2	0.3
Fluorures	mg/l	-	1,5	-	<0.5	1.5	1,5	-
Manganèse	mg/l	200	0.05	0.05	<0.02 (dissous)	0.05 (total)	0.05	0.05
Nitrates	mg/l	25	50	50	<25	40	50	45
Nitrites	mg/l	-	0.1	0.1	<0.01	0.1	0.1	3
Oxydabilité (O ₂ au KMnO ₄)	mg/l d'O ₂	-	5	-	< 3	-	5	-
Zinc	mg/l	-	5	5	<0.01 (à la source)	5	5	5

2-4-Normes des substances toxiques :

Les normes fixées sont sensiblement inférieures aux seuils considérés comme acceptables en toxicologie, c'est pourquoi les teneurs tolérées sont extrêmement faibles. Ces paramètres concernent le plomb et le chrome entre autres. (O.M.S, 1977)(O.M.S, 1985).

2-5- Les métaux:

Les métaux sont des éléments, naturellement présents à faibles teneurs (quelques traces, moins de 0.1%) dans les sols, les roches, les gisements minéraux, les eaux de surface et les organismes vivants. Ainsi, vu leurs caractéristiques spécifiques, ils sont largement utilisés dans les nouvelles technologies (métallurgique et électronique). Cependant, ils sont considérés parmi les polluants toxiques prioritaires qu'on peut trouver dans l'eau superficielle et souterraine. Alors, la pollution due à la présence des métaux provient de différentes sources et l'activité minière. Certains de ces métaux comme le fer (Fe), le zinc

(Zn), le cuivre (Cu) et le magnésium(Mg), sont indispensables pour l'homme, à des doses bien définies. D'autres métaux dissous peuvent causer des problèmes de santé graves, particulièrement les métaux lourds (ayant une densité $> 5\text{g/cm}^3$). De ces derniers, certains sont très toxiques mais rares comme le barium (Ba), tandis que, d'autres sont très toxiques mais disponibles comme le plomb (Pb) et le mercure (Hg) et peuvent causer des maladies neuro-dégénératives. Par ailleurs, d'autres métaux sont toxiques pour l'homme bien qu'ils peuvent être essentiels pour les animaux et les végétaux (ex : le chrome (Cr)) (Rieu, 1981). Par conséquent, vu la toxicité de la majorité des métaux, il est important de surveiller la concentration des métaux dans l'eau, mais aussi dans les sédiments. En effet, l'eau est courante, ce qui rend sa composition instable et par suite, y aboutit à une inexacte analyse des métaux.

Cependant, les sédiments peuvent contenir la fraction non soluble des métaux, et par conséquent, permet l'obtention des résultats plus fiables concernant la contamination métallique des rivières. Pour ces raisons, nous détaillons l'étude de la présence des métaux au niveau des sédiments et non de l'eau toutes les eaux contiennent naturellement des ions en quantité définie. Néanmoins, le changement de la quantité de ces ions, ainsi que l'introduction d'autres ions, due aux activités humaines, contribue à la pollution de l'eau. Afin d'assurer une bonne qualité d'eau, il est nécessaire donc d'effectuer une analyse chimique de principaux ions et par suite, déterminer son équilibre en cations et anion Selon une statistique réalisée en fin 2008 par les Nations Unies, environ 884 millions de personnes n'ont pas accès à des

sources d'eau améliorées. Nombreuses personnes utilisent l'eau améliorée sans que ça soit nécessairement potable. « L'eau potable c'est l'eau non contaminée, l'eau qui donne confiance, l'eau qui permet d'éviter les maladies. L'eau potable est l'eau qui ne fait pas courir de risque important pour la santé», définition donnée par Gérard Payen (Conseiller pour l'Eau du Secrétaire général des Nations Unies et Président, la fédération internationale des opérateurs privés de services d'eau)

L'Homme est de plus en plus demandeur d'une eau propre, d'une eau de boisson saine, mais aussi d'eau de surface et souterraine de bonne qualité. Ces eaux font partie de son patrimoine et doivent être préservées. L'importance économique et environnementale des eaux d'alimentations humaine fait de leur préservation un facteur de développement durable.

Environ 2,5% de l'eau présente de notre planète est de l'eau douce, essentielle à la santé humaine. La qualité de cette eau est de plus en plus menacée par son utilisation et sa consommation accrue. Le manque de moyens d'assainissement entraîne une contamination microbienne de l'eau qui accentue sa pollution.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, les maladies infectieuses d'origine hydrique font jusqu'à 3,2 millions de morts par an, ce qui représente environ 6% des décès dans le monde. La charge attribuable au manque d'eau, de moyens d'assainissement et d'hygiène équivaut à 1,8 million de décès et à la perte de plus de 75 millions d'années de vie en bonne santé.

Chaque jour, chaque personne a besoin de 20 à 50 litres d'eau pour boire et pour autres utilisations. Cette eau ne doit pas contenir ni produits chimiques dangereux ni contaminants microbiens. En protégeant les ressources en eau douce, nous préservons aussi notre santé.

La qualité de l'eau, est menacée par une consommation en nette augmentation et une pollution accrue, notamment les eaux d'alimentation humaine, qui peuvent contenir de nombreuses substances nuisibles pour la santé et peut aussi changer avec le temps et même instantanément. (Rieu, 1981).

CHAPITRE II

Présentation de la zone d'étude

1-Situation géographique :

La région de Djelfa fait partie des Hauts plateaux centre de l'Algérie, caractérisé par un climat semi aride. Elle occupe la partie centrale de l'Atlas Saharien et située à 300 Km au Sud d'Alger, entre 3° 4' et 34° 90' de latitude de Nord et 3°21' et 3°70' de longitude de l'Est. Elle couvre une superficie de 2.322.844 hectares, soit 74,74% du territoire de la région. Elle est caractérisée par sa vocation agropastorale. (H.C.D.S, 2005).

2-Cadre physique de la région :**2-1-Morphologie générale :****2-1-1- Montagnes :**

L'Atlas Saharien est caractérisé par une série de Djebels de direction Sud-Ouest et Nord-Est Sennelba Gharbi et Chergui avec des pentes supérieurs à 25 pour cent et dont l'altitude moyenne est de l'ordre de 1500 m (Pouget, 1980).

Les principales montagnes sont :

- Djebel Gharbi et Chergui au N-NW d'une altitude moyenne variant entre 1400 et 1450 m.
- Djebel Gueddid avec 1491 m de hauteur.
- Djebel Chargui.
- Djebel Senelba avec une hauteur de 1489 m.

2-1-2-Zone plaine du nord :

La plaine Ain Oussera couvrant une superficie de 500.000 hectares, constituée de trois secteurs séparés par des collines érodées, vallée de Oued Touil à l'Ouest, la plaine de Birine à l'Est et le plateau de Ain Oussera au centre (Bengoumi et al, 2004).

2-1-3- Dépressions des chotts :

Les dépressions des chotts sont séparées l'une de l'autre par un simple nivellement topographique, les chotts sont alimentés par les eaux de ruissellement (Christine et al, 2005).

Les chotts couvrant plusieurs dizaines de kilomètres carrés; cette zone présente un taux de salinité pouvant atteindre les 300 à 400 g/l (Pouget, 1980).

2-1-4- Zone de dépression des Oueleds Nail :

Formée de petites plaines dont les plus importantes sont celles de Maalba et Mouilah à l'Est de la ville de Djelfa (Nedjimi, 2006) (Bengoumi et al 2004).

3- Géologie :

3-1-Situation géologique:

La région étudiée fait partie des monts des Ouleds Nail, qui forment la partie centrale de l'Atlas Saharien qui est d'orientation grossière Sud-Ouest-Nord. Nous rencontrons ces monts justes après la traversée des chotts des Zahrez. Les formations rencontrées sont l'âge de fin jurassique, crétacé, tertiaire et quaternaire. Ils sont limités au Nord par les hauts plateaux et au Sud par la plate-forme saharienne (Deramche et Moussa, 1993).

3-2-Litho stratigraphie :

*Trias :

Les dépôts triasiques forment des structures diasporiques, qui recourent toutes les roches sous-jacentes, il est constitué essentiellement d'une série d'argiles violines parfois barides à évaporites. Le rocher de sel au Nord de Djelfa est caractéristique du phénomène de diapirisme lié au trias. (Nedjimi, 2006).

*Jurassique :

Caractérisé par une alternance de calcaire dur et calcaire graveleux avec marne multicolore. Ces dépôts sont rencontrés surtout dans la partie Nord-Ouest du territoire (Nedjimi, 2006) (Bengoumi et, 2004).

* Valangienien –Barrémien :

Cette série est la même que celle de la région de Benyagoub de l'Atlas Saharien elle affleure sur les deux flancs Nord et Sud de l'anticlinal des Djebels Meassene Geffla, Taouzara et Haouas. Elle est représentée par une série grés-carbonatée composée de calcaire souvent dolomitiques s'alternant avec des grés compacts rougeâtres et des grés blanchâtres à jaunâtres très friable ainsi que des argiles. La puissance de cette série dépasse par endroits les 1000 m (Bengoumi et al, 2004).

*Aptien :

Il est bien représenté dans la région puisqu'il affleure tout autour du Synclinal de Djelfa. L'aptien forme une bande étroite, continue bien visible dans le paysage. Parfois, elle est discontinue quand elle est cachée par le quaternaire et sa couleur est grise blanchâtre. L'aptien est essentiellement carbonaté, il est formé de marnes verdâtres à grisâtres marno-calcaire. Parfois, on rencontre des bancs de calcaire, fin argileux ou gréseux. L'épaisseur moyenne est de 50 m au niveau de Djebel Djellal et Senalba Chergui (Nedjimi, 2006) (Bengoumi et al, 2004).

***Albien :**

Cette formation se représente de bandelettes, sombres espacées. On remarque certaine continuité dans le paysage. Elle constitue une partie de la grande structure du Synclinal. Il est représenté par les calcaires et marnes qui dominent alternativement dans une série de calcaire fins, parfois marneux et noduleux pour l'albien supérieur, il est légèrement argileux pour l'albien inférieur. La série complète de l'albien fait 350 m en moyenne ((Nedjimi, 2006) (Bengoumi et al, 2004).

***Cénomaniens :**

Cette série est formée essentiellement par des séries marneuses souvent salées Djebel Boukhil et rarement marno-calcaire. La limite inférieure est représentée par la limite supérieure de l'albien supérieur. La limite supérieure est matérialisée par la grande falaise sous-jacente. Les épaisseurs sont plus importantes à l'Est qu'à l'Ouest et elles varient de 732 m à 530 m (Bengoumi et al, 2004).

***Turonien :**

C'est un élément morphologique important est facilement reconnaissable du fait de son bon affleurement, on le rencontre surtout au niveau de l'Atlas Saharien. Il est formé essentiellement de calcaire compacts et dur formant les falaises et les bordures des synclinaux Perchés de Djebel Boukhil dans la région de Messaad. L'épaisseur de la série est d'environ

130 m, alors qu'au niveau du Djebel Djellal El Gharbi sa puissance dépasse 150m (Bengoumi, et al, 2004).

***Sénonien :**

Cette série est formée de l'alternance de calcaire avec des couches marneuses jaunes de 100 m d'épaisseur. Il est localisé dans l'Atlas Saharien du Synclinal de Djelfa. La totalité de la série du sénonien dépasse les 130 m dans les monts des Ouleds Nail (Bengoumi et al, 2004).

***Miopliocène :**

Il est constitué essentiellement des marnes, argiles rouges à jaunes verdâtre, de bancs de calcaire peu épais à massifs, de conglomérats à éléments calcaire de gypse (Bengoumi et al, 2004).

***Quaternaire :**

Les dépôts quaternaires ont une grande extension, ils sont représentés par des limons d'alluvions, des poudingues, des alluvions et des dunes sur tout le territoire de la région de Djelfa (Bengoumi et al, 2004).

4-Hydrogéologie :

4-1-Formations aquifères :

- **Grés de barrémien :**

Représenté par des grés rouges compacts en général, on note la présence des fractures et des diaclases (Bengoumi et al, 2004).

- **Grés de l'albien :**

Représenté par des grés rouge compacts parfois a des grés quartzeux et quartzites (Bengoumi et al, 2004).

- **Calcaire de turonien :**

Il s'agit de calcaire dolomitique et de dolomies massives, fissurées dont les fissures et les diaclases sont probablement élargies en profondeur par dissolution. Ces calcaires reposent sur les séries marneuses du Cénomanién et sont surmontées par des séries imperméables marneuses et marno calcaire du Sénonien inférieur (Bengoumi et al, 2004).

- **Mioplioquaternaire :**

Au niveau de la partie centrale de ce Synclinal affleurent des argiles rouges, par endroits recouvertes de galets fluviatiles, la teneur en sable dans les argiles est très faible.

Les formations de Mioplioquaternaire reposent sur Sénonien, dans les niveaux marneux assurent la rétention des eaux.

5-Cadre climatique :

L'étude climatique joue un rôle très important, car elle permet de mieux comprendre. La relation entre la variabilité climatique et le renouvellement des ressources en eau souterraine, qui est dépend de la recharge des nappes, qui est une résultante de la précipitation, de l'évaporation et de l'écoulement de surface.

La température, la précipitation et l'évaporation représentent les principaux facteurs climatiques ayant une influence sur le régime hydrologique de la région considérée (Christine et al, 2005).

5-1-Température :

La figure n°03, montre que les températures moyennes interannuelles oscillent entre 4,42°C (Janvier) et 27,39°C (Juillet). En outre on constate que pendant la saison chaude (Juin-Septembre), les températures mensuelles moyennes varient de 23,95°C à 20,76°C. Tandisque que la saison froide est caractérisée par des valeurs minimales d'environ 4,42°C enregistré pendant le mois de Janvier (Christine et al, 2005).

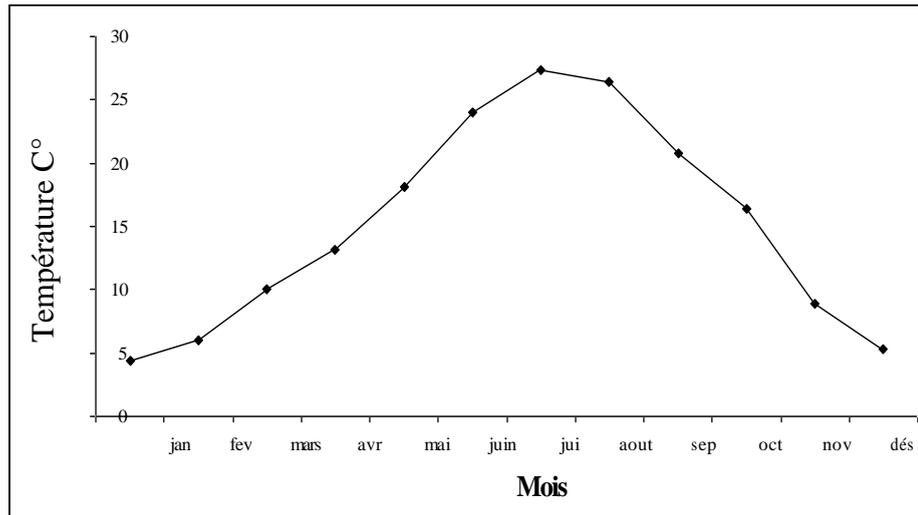


Figure N°3 : Variation des températures moyennes mensuelles à la station de Djelfa (1999-2008).

5-2- Précipitations :

La figure (n°04), permet de mettre en évidence que l'évolution de la précipitation mensuelle révèle un période pluvieuse qui s'étend de septembre à Janvier, avec un maximum, pouvant atteindre (37.63 mm) obtenu au mois de Septembre. Tandis que qu'au cours de la saison sèche (Juin -Août); la pluviométrie diminue pour atteindre une valeur minimale 9.72 mm) observée au mois de Juillet (Christine et, 2005).

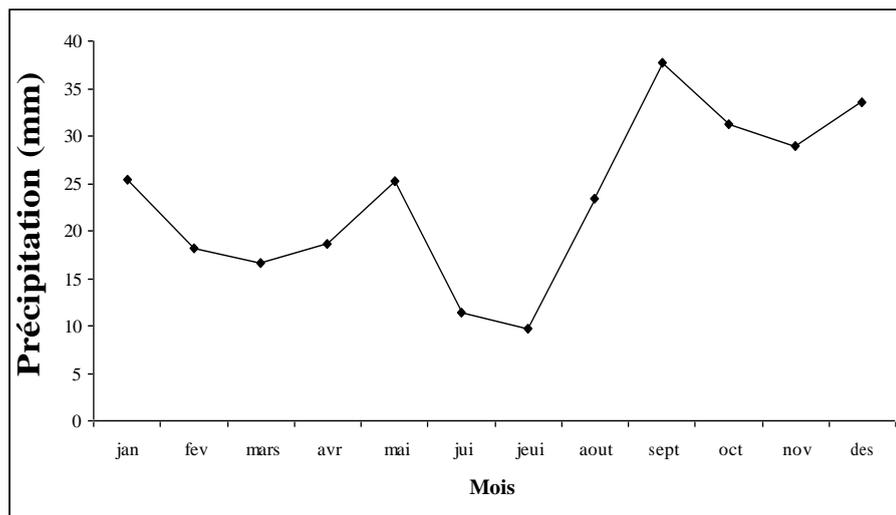


Figure N°4 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station de Djelfa (1999-2008).

5-3-Evaporation :

A partir de la figure (n°05), il apparaît que l'évaporation moyenne mensuelle; mesurée à la station de Djelfa pendant la période (1999-2008) oscille entre 42.2 mm (Décembre) et 298.9mm (Juillet). Par ailleurs, les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle sont par conséquent maximales, pendant la période chaude (Juin -Août) avec des valeurs qui dépassent 250 mm/mois) (Christine et al, 2005).

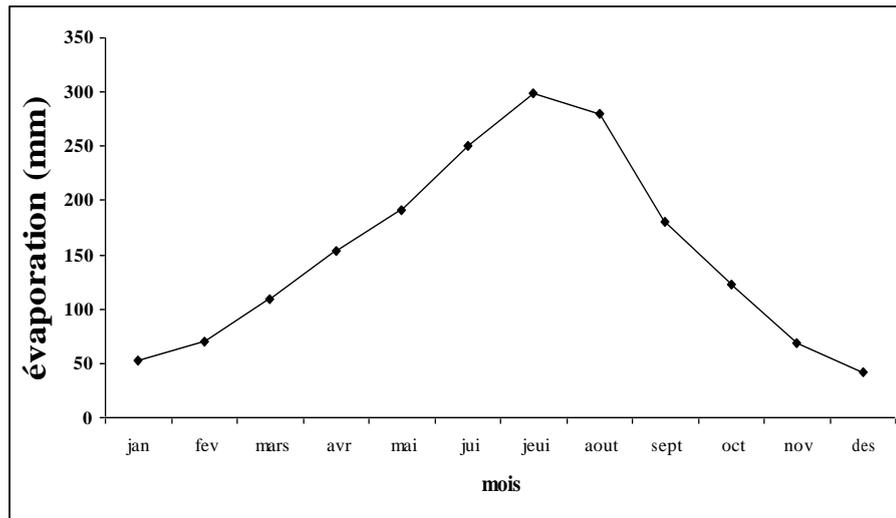


Figure N°5 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle à la station de Djelfa (1999-2008).

5-4- Vent :

Dans la région d'étude, les directions prédominantes des vents sont celles du Sud-Ouest et Nord-Ouest fréquentes en période estivale.

La figure (n°06), montre que les valeurs de la vitesse de vent moyenne mensuelle enregistrée, durant la période (1999-2008), sont comprises entre 3.33 m/s (Août) et 9,49 m/s (Septembre) (Christine et *al*, 2005).

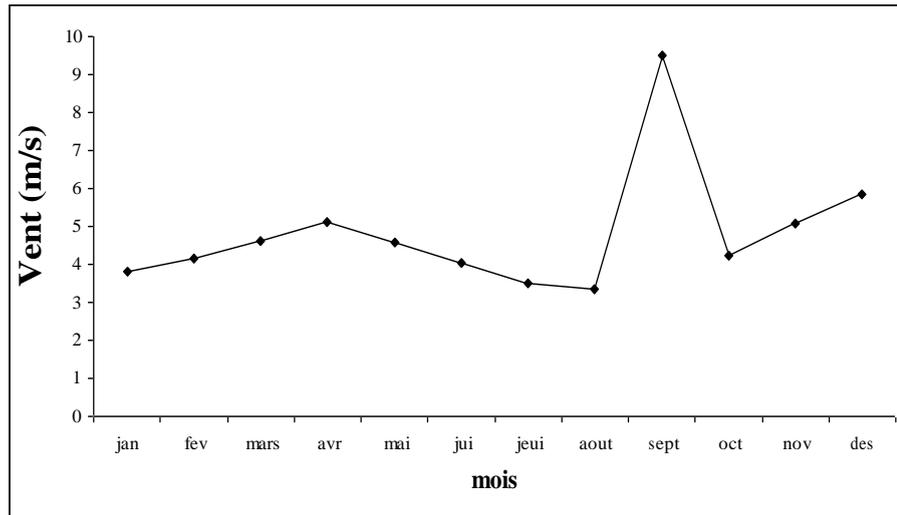


Figure N°6: Variation de la vitesse du vent moyenne mensuelle à la station de Djelfa (1999-2008).

5-5 -Humidité :

L'évolution de l'humidité relative moyenne mensuelle mesurée à la station de Djelfa (1999-2008) est représentée sur la figure (n°07). Les résultats obtenus montrent que les valeurs de l'humidité relative oscillent entre 32,7 % (Juillet) et 76,6 % (Janvier).

Il est à signaler que la saison froide présente une humidité relative, qui dépasse (50%). Tandis que, la période chaude (Juin -Août) est caractérisée par une humidité relative inférieure à (40%) (Christine et *al*, 2005).

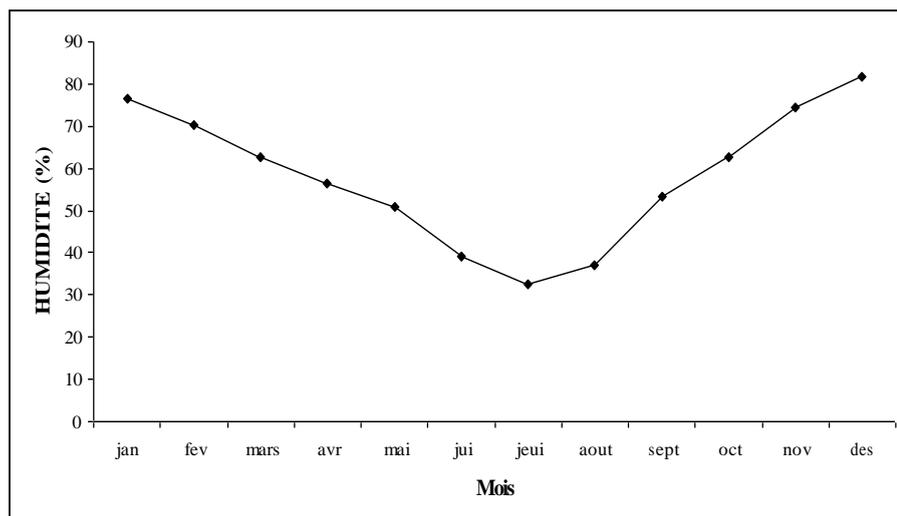


Figure N°07 : Variation de l'humidité moyenne mensuelle à la station de Djelfa (1999-2008).

6- les ressources en eau dans la région de Djelfa :

La région de Djelfa fait partie des unités hydrographiques correspondantes aux bassins versants des Zahrez (N°17), du chott Melghir (N°06) et du Sahara (N°13), dans des proportions territoriales différentes. La pluviométrie varie de 100 à 300 mm par an.

Les potentialités hydriques de la zone d'étude sont constituées essentiellement des eaux souterraines dont seulement 119 Hm³/an sont reconnues (A.N.A.T ; 2003)

6- 1-Potentialités en eaux reconnues :

Les potentialités en eau totale (superficielles et souterraines) reconnues dans la région de Djelfa sont estimées à 150 Hm³/an (A.N.A.T ; (2003).

6-1-1-Potentialités en eaux superficielles :

Le territoire de la wilaya couvre au Nord-Ouest dans une proportion de 15,45 % la partie sommitale du bassin versant du Cheliff à écoulement exoréique. Le reste des écoulements est à caractère endoréique, correspondant aux quatre bassins versants avec des proportions différentes. (A.N.R.H, 2008)

Les bassins versants qui existent sont :

- Le bassin versant Hodna :

Il est alimenté par les oueds Mazouz et Feid El Botma, il est limité au sud par la ligne de partages des eaux des monts de Ouled Nail.

- Le bassin versant du chott Melghir :

Il est alimenté principalement par oued Djedi, l'écoulement des eaux de surface se fait de l'Ouest vers l'Est.

- Le bassin versant du sud :

Il est drainé par les oueds Zegrir-Attar et R'tem qui se déversent vers le sud sur les zones Sahariennes.

- Le bassin versant des Zahrez :

Il se trouve dans le centre de la partie Nord de la région de Djelfa (A.N.R.H ; 2008)

Tableau N° 07 : les principaux bassins versant de la région de Djelfa (A.N.R.H ; 2008)

Bassin versant	Superficie en Km ²	Pourcentage (%)
Hodna	1.731,25	5,20
Zahrez	7.362,50	22,50
Chott Melghir	8.250,00	25,15
Sahara	10.387,50	31,70
Total	32.800,00	100%

Le régime intermittent des oueds de ces bassins versants permet de distinguer un réseau hydrographique spécifique caractérisé par un climat semi-aride à aride. Les principaux oueds existants sont : Oued Touil, Oued Mellah et Oued Djedi. L'apport en eau superficielle des oueds de la région de Djelfa est estimé à 31 Hm³/an (A.N.R.H ; 2008).

6- 1-2-Potentialité en eaux souterraines :

L'étude géologique des terrains faisant partie de la wilaya de Djelfa a permis de relever l'existence d'un certain nombre de conditions favorables à la formation d'importantes nappes d'eau souterraines à la fois phréatiques et profondes. La région de Djelfa est caractérisée par de grandes unités hydrogéologiques représentées dans le tableau suivant :

Tableau N° 08 : Unités hydrogéologiques dans la région de Djelfa (A.N.R.H ; 2008)

unité hydrogéologique	volume mobilisable minima (Hm ³)	volume mobilisable maxima (Hm ³)
Bassin de Zahrez : Complexe Hydraulique Terminal	50	140
plaine d'Ain Oussera	27	55
Synclinal de Djelfa	30	40
Vallée de l'oued Touil	15	25
Synclinal de Ain Ilbel & p,Moudjbara/Messad	25	45

*Nappes profondes :

Ce type de nappes est étroitement lié aux conditions géologiques, la plupart de ces nappes sont développées dans les terrains perméables et les structures synclinales.

En effet, la répartition des structures synclinales et des terrains perméables est très intéressante, dans la mesure où les deux facteurs conditionnent directement la répartition de ce type de nappes. L'analyse stratigraphique a permis de voir que la structuration géologique de cette région est très favorable à la formation de plusieurs niveaux de nappes dont les principales et les plus étudiées dans cette région sont : continental intercalaire (l'Albien) et le complexe terminal avec au moins deux niveaux (A.N.R.H ; 2008).

L'essentiel de la ressource en eau souterraine est localisé dans les principales nappes suivantes :

- Plaine de Ain Oussera avec un volume d'eau mobilisable d'environ (39 Hm³/an).
- Nappes des Zahrez permettant la mobilisation de 50 Hm³/an.

- Synclinal de Djelfa caractérisé par un volume d'eau mobilisable pouvant atteindre 30 Hm³/an. Il est à noter que ces nappes totalisent un potentiel hydrique de 119 Hm³/an. (A.N.R.H ; 2008).

6-2-Ressources en eaux souterraines mobilisées :

▪ Nappes superficielles ou d'inféro-flux :

Ces nappes superficielles d'alluvions des oueds ne sont pas très bien connues sur les plans quantitatif et qualitatif. Leur exploitation pour tous usages confondus (A.E.P, irrigation Activité pastoral, etc....) n'est pas connue. Il existe plus de 6100 puits traditionnels qui peuvent mobiliser un volume d'eau d'environ 0,1570 Hm³/an (D.H.W ; 2008).

▪ Nappes profondes :

L'approvisionnement en eau de la région de Djelfa est principalement assuré par la mobilisation des eaux souterraines. Cependant, on ne constate que le degré de connaissance de ces ressources hydriques et en majorité méconnu à ce jour par défaut d'une couverture d'études hydrogéologiques complètes sur le territoire de cette région.

Seulement trois nappes ont fait l'objet d'études hydrogéologiques, il s'agit des nappes d'Ain Oussera, du Zahrez et du synclinal de Djelfa (A.N.A.T ; 2003).

Tableau N°09: Taux d'exploitation des ressources en eau souterraine dans la région de Djelfa (A.N.A.T ; 2003)

Nappes	Potentialité (Hm ³ /an)	Prélèvement (Hm ³ /an)				Disponibilité (Hm ³ /an)	Taux D'exploitation	Observation
		A.E.P (Hm ³ /an)	transfert hors wilaya (Hm ³ /an)	Irrigation (Hm ³ /an)	total			
Plaine Ain Oussera	39	18,7	8,6	10,4	37,7	-9,7	135%	Nappe surexploitée
Bassin des Zahrez	50	16,6	-	6,1	22,7	+27,3	45%	-
Synclinal de Djelfa	30	14,0	-	9,3	23,3	+16,7	58%	-
Vallée Oued Touil	non connu	3,5	-	5,8	9,3	-	-	-
Zone Désertique	non connu	29,7	-	8,3	38	-	-	-
Continental Intercalaire	non connu	-	-	-	-	-	-	-
Complexe Terminal	non connu	-	-	-	-	-	-	-
Total région	-S	82,5	8,6	39,9	131	-	-	-

Les volumes d'eau prélevés à partir de principales nappes sont estimés à 131Hm³/an, pour assurer les besoins en eau des trois usages (A.E.P, industrie et irrigation). Ces prélèvements repartissent en 63 % pour usage (A.E.P. et industrie), 30 % pour les besoins agricoles et d'un transfert d'eau de 8,6 %, dont 7% vers les régions de Médéa (Ksar El Boukhari) et M'sila (Sidi Aïoussa et Ain Hadjel) (A.N.A.T ; 2003).

Concernant l'exploitation des potentialités hydriques, des différentes unités hydrogéologiques de la région de Djelfa. Les volumes extraits, montrent que les taux d'exploitation sont très différents pour chacune des nappes sollicitées :

- la nappe d'Ain Oussera est surexploitée avec un taux d'exploitation de 135 %.
- les ressources en eau souterraines du Synclinal de Djelfa sont exploitées à 58 %, ce qui correspond à un taux d'exploitation normale.
- la nappe du bassin des Zahrez présente un taux d'exploitation acceptable de 45 %.

Tableau N°10 : Mobilisation des ressources en eau souterraines par les forages (A.N.A.T ; 2003)

Commune	Nombre Total de forage	Utilisation Des Eaux				Observation
		A.E.P		Irrigation		
		nombre de forage	Debit l/s	nombre de forage	Debit l/s	
Djelfa	22	22	504	-	-	-
Hassi Bahbah	7	6	100	11	19	1 for.mixteAEP/IRR
Hassi El Euch	1	1	10	-	-	-
Ain Maabed	3	3	31,5	-	-	-
Ain Oussera	8	8	310	-	-	-
Guernini	14	2	38	13	289	-
Had Sahari	6	5	49	1	11	-
Ain F'kah	3	2	14	1	20	-
BouirEl Ahdeb	3	2	49	1	30	-
Birine	12	8	191	4	83,5	-
Benhar	7	2	62	7	126	-
Charef	5	3	191	2	27	1 for.mixteAEP/IRR
Guedid	9	2	161	7	129,5	1 for.mixteAEP/IRR
El Khemis	8		33	8	245,5	1 for.mixteAEP/IRR
Dar Chioukh	4	4	58	-	-	-
Sidi Baizid	3	3	42	-	-	-

7-Besoins en eau actuels :**7-1-Alimentation en eau potable :**

En tenant compte de la classification du réseau d'agglomération de la région de Djelfa (R.G.P.H ; 1998) et des données relatives à l'estimation de la population (en 2001), les besoins en eau pour l'alimentation en eau potable ont été évalués sur la base des dotations en eau suivantes :

Tableau N°11 : Besoins en eau pour l'alimentation en eau potable (A.N.R.H ; 2008)

Réseau d'agglomération	Dotations en eau
Agglomération chef-lieu de wilaya	180 l/j/hab
Agglomération urbaine	150 l/j/hab
Agglomération semi urbaine	120 l/j/hab
Agglomération rurale	100 l/j/hab

La répartition des volumes d'eaux destinées à l'alimentation en eau potable de la région de Djelfa est représentée sur la figure suivante :

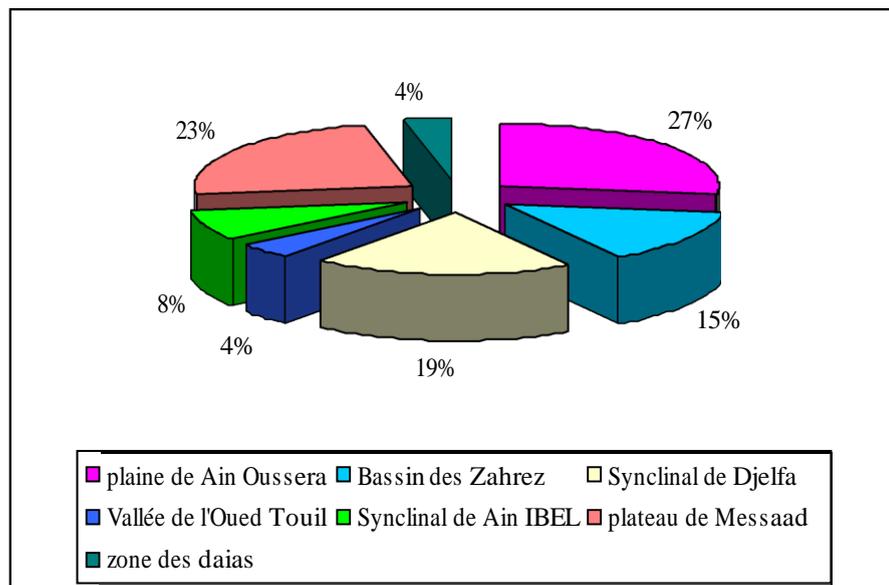


Figure N° 08 : Répartition des volumes d'eaux destinées à l'alimentation en eau potable.

(A.N.R.H ; 2008)

7-2-Besoin en eau industrielle :

Les besoins en eau actuels pour l'industrie ne sont pas importants et sont estimés à 0,94 Hm³/an. Les principales unités consommatrices d'eau sont moulin de Djelfa, fabrication carreau-granito et la société industrielle du verre (Ain Oussera) (D.H.W ; 2008).

7-3-Besoin en eau d'irrigation :

Sur la base des études agro-pédologiques réalisées à ce jour dans la région de Djelfa, les zones étudiées sont les suivantes :

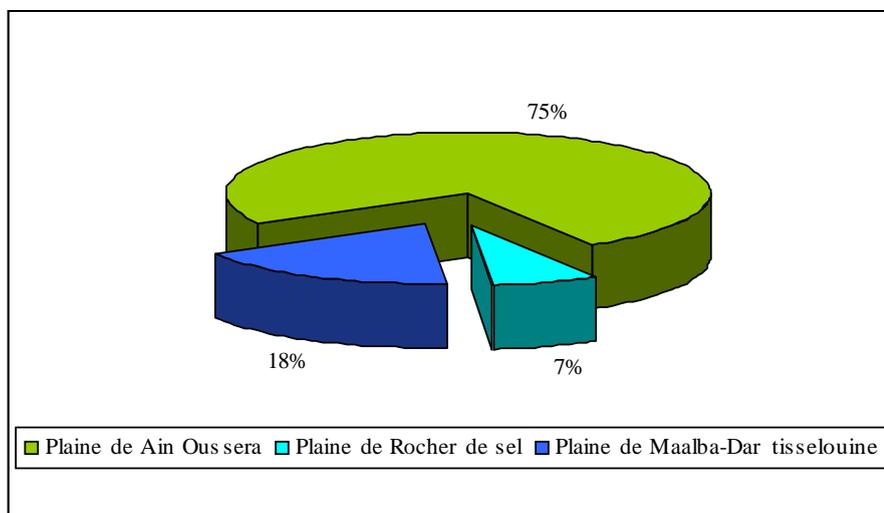


Figure N°9 : Superficie des terres irrigables dans la région de Djelfa (A.N.R.H ; 2008).

Soit une superficie globale en terres irrigables de 58,076 hectares.

Actuellement, la superficie irriguée totale au niveau de la région est 10,149 hectares ce qui représente seulement 17 % du potentiel irrigable connu.

Le volume en eau souterraine destiné à l'irrigation de cette superficie est 76,2 Hm³/an ce qui nous donne une dose d'irrigation moyenne de 7508 m³/Ha/an. Ce qui est insuffisant comparativement à la dose d'irrigation moyenne de la région qui est de 10.000 m³/Ha/an. (A.N.R.H ; 2008).

La répartition des volumes d'eaux destinées à l'irrigation des terres agricoles de la région de Djelfa est représentée sur la figure suivante :

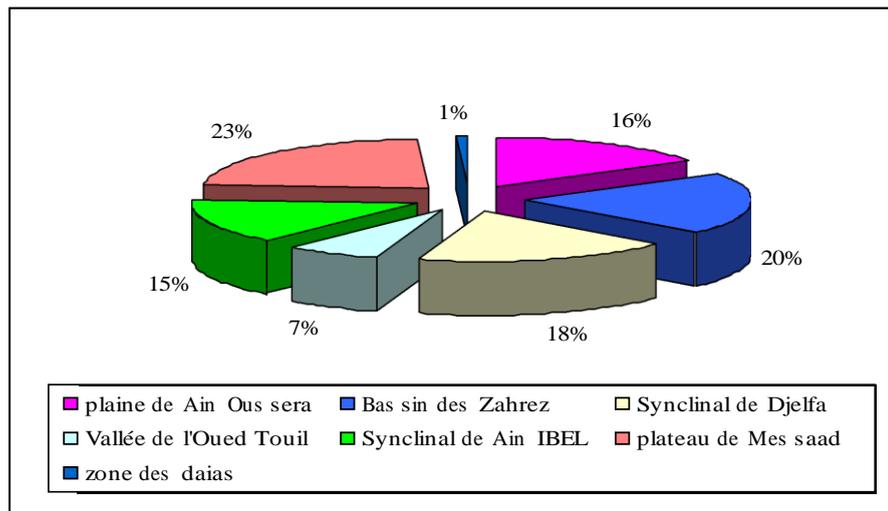


Figure N° 10 : Répartition des volumes d'eaux destinées à l'irrigation (A.N.R.H ; 2008).

8-Confrontation entre les ressources et les besoins en eau :

Sur la base des ressources mobilisées, ce premier bilan permet de dégager selon l'origine de la ressource en eau, les disponibilités en eau suivantes :

- Un volume de 29,9 Hm³/an pour les eaux superficielles.
- Un volume de 27 Hm³/an pour les eaux souterraines.

Soit au total 56,9 Hm³/an dans le cas d'une gestion rationnelle de l'eau. Toutefois, nous signalons qu'actuellement les pertes sont estimées à 25 %.

La répartition et le bilan des nappes d'eaux souterraines permettront de dégager les disponibilités en eau réelles en vue d'une valorisation pour un développement intégré de la région. (A.N.R.H ; 2008)

Tableau N°12 : Confrontation entre les ressources et les besoins en eau (A.N.R.H ; 2008)

Ressources En Eau	Potentialité (Hm ³ /an)	mobilisation	Affectation actuelle (Hm ³ /an)				Besoins actuels A.E.P (Hm ³ /an)	Disponibilité en eau totale (Hm ³ /an)
			A.E.P	A.E.I	Irrigation	totale		
eaux superficielles	31	1,1	-	-	1,1	1,1	-	29,9
eaux souterraines.	-	170,25	77,41	0,94	76,2	154,55	42,73	27
Totale	-	171,35	77,41	0,94	77,3	155,65	42,73	56,9

9- Généralité sur les sebkhas :

9-1-Définition de la sebkha :

Sebkha, en arabe, mot qui désigne les plaines salines soumises à des inondations périodiques. Dans les milieux désertiques, les dépressions ne sont occupées que temporairement par de l'eau. Une forte évaporation conduit à la formation caractéristique d'une croûte d'évaporites qui tapissent le fond ces dépressions. une sebkha désigne un bassin occupant le fond d'une dépression à forte salinité plus ou moins séparé d'un milieu marin, dans des régions arides (milieu supra tidal). Néanmoins, il peut être toujours en contact par un très faible filet d'eau (bassin d'eau profond), ou au contraire par des infiltrations (bassin d'eau peu profond) dans ce cas il peut se produire des débordements périodiques d'eau vers le bassin. Dans les deux cas il va y avoir une augmentation de la salinité, une évaporation importante, l'apparition d'une saumure et la précipitation d'évaporites au fond du bassin si la profondeur est faible, ou à une extrémité si la profondeur est importante. Ils se sont surtout situés au nord de l'Afrique et dans le Moyen-Orient (Charles et al, 2008).

9-2-Les systèmes de sebkha :

Les sebkhas sont des écosystèmes naturels qui présentent des intérêts très diversifiés. Ces systèmes sont utilisés comme des indicateurs de révolution géochimique naturels. Le suivi de cette évolution est non disponible dans les autres systèmes (lac éternels, chambre magmatique) sur le plan écologique. Les sebkhas sont des biotopes très importants qui ont contribué à la protection de la biodiversité. Mais ces systèmes sont très fragiles et sont menacés par l'effet anthropique (eaux usées, engrais et pesticides).

9-3-Classification des sebkhas :

9-3-1-Classification selon le bilan hydrologique :

L'étude faite par Yan JP. (2001) appliquée sur les grands lacs du monde, ceux de Qinghai et Turquie, a classé les lacs salés en trois types selon leurs bilans hydrologiques à savoir

A- Les lacs éphémères de types (A) «Ephemeral Lake short term». Ce sont des lacs saisonniers pouvant devenir secs dans un intervalle de temps très court. Cela est dû au taux d'évaporation très élevé. Il s'agit de bassins fermés et ne reçoivent pratiquement pas de matière minérale dissoute. Le pH dans ce cas est contrôlé par la réaction des minéraux, seulement parce que les protons libérés par les réactions de ces derniers ne peuvent pas être neutralisés par le flux des bicarbonates. La basse alcalinité des eaux rend le milieu acide.

B- Les lacs éternels de longue durée de type (B) «Perennial lake long term». Le volume d'eau dans ce type de lacs décroît graduellement dans un grand intervalle de temps. En contrepartie la salinité du lac décroît à cause du flux d'eau qui arrive au lac provoquant la dilution des eaux. Le Ph du lac est souvent maintenu pendant longtemps à un niveau élevé.

C- Les lacs éternels à très grande durée de type (C) «Large perennial Lake very long term ». Leur volume d'eau reste constant pendant de très longues périodes. L'augmentation de la salinité est continue dans le temps à cause du flux de la matière dissoute déversée dans le lac. Le Ph reste élevé et dépend de la minérale dissoute.

9-3-2 Classification selon le milieu de formation :

Les différents types de sebkha dépendent de leur milieu de formation. Mais toutes les sebkhas ont un point commun : il s'agit de zone proche de la nappe phréatique. La déflation joue jusqu'à ce que soit atteint le niveau hydrostatique.

Par capillarité, l'eau de la nappe subit une aspiration due à sa propre évaporation en surface. Se faisant, elle dépose successivement des sels dissous de carbonate de calcium (CaCO₃).

De gypse (CaSO₄·2H₂O) d'anhydrite (CaSO₄) et de chlorure de sodium (NaCl) qui précipitent pour donner une croûte imperméable et parfois très épaisse d'évaporites (Boutelli, 2012).

PARTIE
EXPERIMENTALE

CHAPITRE III

MATERIELS ET METHODES

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole analytique suivi ainsi que le matériel utilisé durant la partie pratique de ce travail. Tous les essais expérimentaux ont été menés au laboratoire de l'ADE (unité de Djelfa).

1- Échantillonnage et mode de prélèvement :

Le prélèvement de l'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui s'en suit. L'échantillon doit être homogène et représentatif et ne doit pas modifier les caractéristiques de l'eau.

Les points d'eau ont été choisis de manière à avoir une image d'ensemble de la nappe phréatique du plio-quadernaire. Nous avons effectué au total 8 prélèvements entourés de la sebkha pour l'analyse physico-chimique. Tenant compte des diverses activités recensées dans la zone d'étude, les prélèvements ont été retenus de telle sorte qu'ils soient accessibles et reflètent les caractéristiques réelles des eaux de surface de sebkha.

L'analyse physico-chimique de l'eau comporte trois étapes :

- Prélèvement, échantillonnage.
- Analyse.
- Interprétation.

1-1-Période d'étude :

L'analyse physico-chimique de l'eau de la sebkha cas Zaafrane a été faite pendant le mois de juin, on a réalisé des 08 prélèvements.

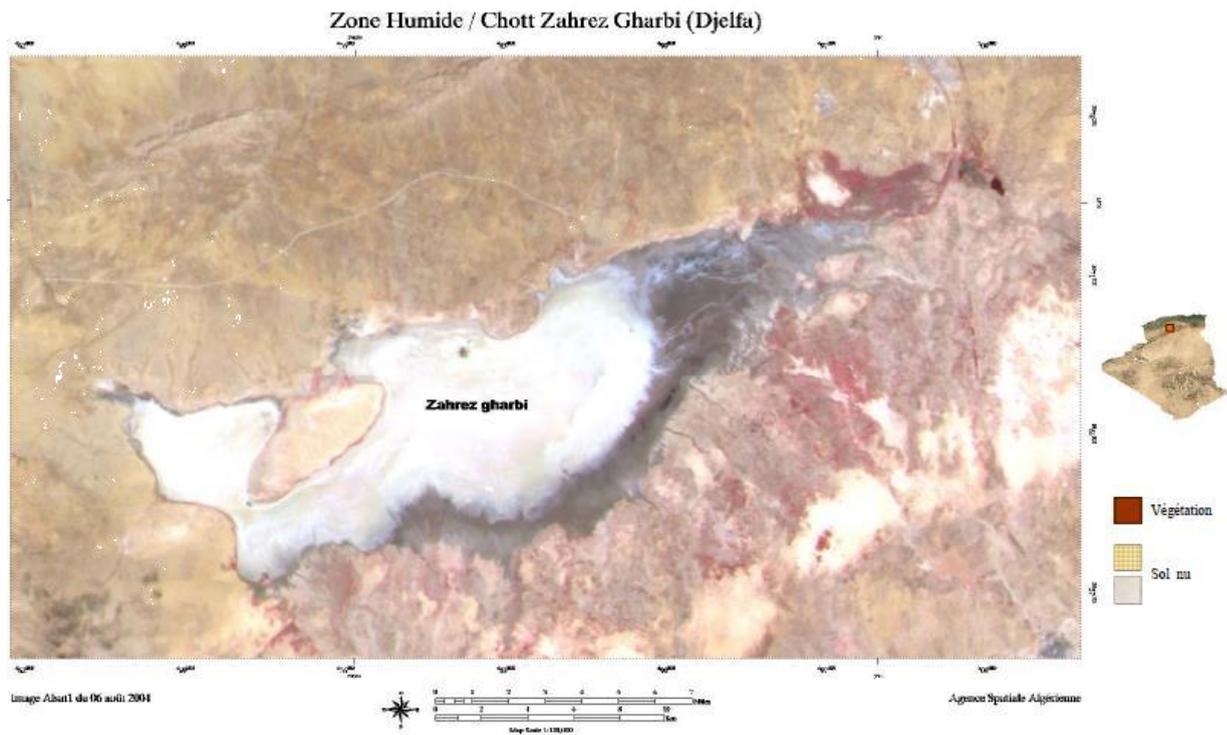


Figure N° 11 : vue spatiale de la sebkha (Alsat L, 06 août 2004).

1-2-Matériel :

- Spectrophotomètre.
- Conductimètre
- pH mètre.
- Agitateur magnétique.
- Barreau magnétique
- fioles jaugées de 50 ml
- fioles jaugées de 100 ml
- bécher de 50 ml

1 -3-Méthodes d'analyses :

1 -3-1-Analyse des cations :

1 -3-1-1-Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) :

1 -3-1-1-1Principe :

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

I -3-1-1-2-Réactifs:

- Réactif I :**
- Acide dichloroisocyanurique 2 g.
 - Hydroxide de sodium (NaOH)..... 32 g.
 - H₂O distillée q.s.p 1000 ml.

Réactif II (coloré) :

- Trictrate de sodium 130 g.
- Salicylate de sodium 130 g.
- Nitropruciate de sodium 0.97 g.
- H₂O distillée q.s.p 1000 ml

I -3-1-1-3-Courbe d'étalonnage :

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

Tableau N°13: les normes d'étalonnage de (NH⁴⁺).

\$ file 1 mg/l	0	1	2.5	5	25	10
Eau distillée (ml)	50	49	47.5	45	25	4
Réactif I (ml)	4	4	4	4	4	4
Réactif II (coloré) (ml)	4	4	4	4	4	
Attendre 1 h.30						
[NH ₄ ⁺] en mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.5	0.8

I -3-1-1-4-Mode opératoire :

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

- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h. 30min



Figure N°12 : photo des réactifs dans une fiole jaugée.



Figure N°13 : photo de Spectrophotomètre (ODOSSEY).

I -3-1-1-5-Expression des résultats :

* L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH⁴⁺.

*Effectuer la lecture à 655 nm.

*Le résultat est donné directement en mg/l.

I -3-1-2-Détermination du Calcium (Ca²⁺) :

I -3-1-2-1-Principe:

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

I -3-1-2-2-Réactifs:

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

Dissoudre 3.721 g de sel disodique de l'acide éthylène-diamine tétracétique (cristallisé 2H₂O) dans un litre d'eau distillée.

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

A conserver dans des flacons en polyéthylène.

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

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

H₂O distillée.....q.s.p.1000ml.

- Indicateur : Murexide.

I -3-1-2-3-Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.

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



Figure N°14 : photo de la coloration finale (violet).



Figure N°15 : photo de titrage de Ca²⁺.

I -3-1-2-4-Expression des résultats :

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

$$\text{mg/lCa}^{2+} = \frac{V_1 * C \text{ EDTA} * F * M \text{ Ca}^{2+}}{P. E} * 1000$$

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

V1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

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

Mca²⁺: Masse molaire du calcium en g.

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

F : Facteur.

I -3-1-3-Détermination du magnésium (Mg²⁺):**I -3-1-3-1Principe :**

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

I- 3-1-3-2-Réactifs :

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

Dissoudre 3.721 g de sel disodique de l'acide éthylène-diamine tétracétique (cristallisé 2H₂O) dans un litre d'eau permutée.

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

-Solution tampon (pH = 10,1) :

Dissoudre 16,9g de chlorure d'ammonium (NH₄Cl) dans 143 ml de NH₄OH concentré.

Ajouter en suite 1,179 g d'**EDTA** et 0,780 g de sulfate de magnésium (Mg SO₄ 7H₂O) ou (0,644 g de Mg Cl₂ 6H₂O) dans 50 ml d'eau distillée. Eviter soigneusement tout excès soit de Mg, soit d'**EDTA**.

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

- Indicateur de **Noir Eriochrome**.

- Solution d'hydroxyde de sodium 1N.

- Acide chlorhydrique 1N.

I -3-1-3-3-Mode opératoire :

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

Noter cette quantité (**V1**). Ajouter 3.2 ml d'acide chlorhydrique 1N et agiter durant 1 minute jusqu'à la dissolution totale du précipité magnésien.

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

Bien mélanger. Introduire la quantité de la solution d'**EDTA** nécessaire au virage au bleu (**V2**).

I -3-1-3-4-Expression des résultats :

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

$$\text{mg/lMg}^{2+} = \frac{(\text{V2-V1}) * \text{C EDTA} * \text{F} * \text{MMg}^{2+}}{\text{P.E}} * 1000$$

~~~~~

$$\text{mg/lMg}^{2+} = \frac{(v_2 - v_1) * 0.01 * F * 24.3}{PE} * 1000$$

Donc :  $[\text{Mg}^{2+}] \text{ mg/l} = (V_2 - V_1) \times F \times 4$

**V2:** Volume total d'EDTA.

**V1 :** Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

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

**MMg<sup>2+</sup>:** Masse molaire du Magnésium en g.

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

**F :** Facteur.

### **I -3-2-Analyse des anions :**

#### **I -3-2-1-Détermination des phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) :**

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

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

##### **I -3-2-1-2-Réactifs :**

Réactif Mixte:

- A :     -Heptamolybdate d'ammonium ..... 13 g.  
           - Eau distillée ..... 100 ml.
- B :     -Tartrate d'antimoine ..... 0.35 g.  
           -Eau distillée..... 100 ml.
- C :     -Acide sulfurique pur ..... 150 ml  
           (A + B) + C 500 ml d'eau distillée

Acide ascorbique à 10 %:

Acide ascorbique.....10g.

Eau distillée .....100ml.

Solution mère à 50 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> : Solution fille à 2 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

**I -3-2-1-3-Courbe d'étalonnage :****Tableau N°14 : les normes d'étalonnage de (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>).**

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

**I-3-2-1-4-Mode opératoire :**

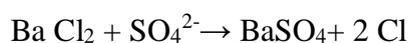
- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.

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

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

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

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



**I -3-2-2-2-Réactifs :****-Solution mère de sulfate à 1g/l a partir de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> :**\*Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.....1,479g.

\*Eau distillée.....1000ml.

**-Solution stabilisante :**

\*Acide chlorhydrique.....60ml.

\*Ethanol .....200ml.

\*Chlorure de sodium.....150g.

\*Glycérol.....100ml.

\*Eau distillée.....q.s.p.1000ml.

**-Solution de chlorure de baryum :**

\*Chlorure de baryum....150g.

\* Acide chlorhydrique.....5ml.

\* Eau distillée.....q.s.q.1000ml.

**I -3-2-2-3-Courbe d'étalonnage :**

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

**Tableau N°15 : les normes d'étalonnage de (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).**

|                                                                       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| N° de fiole                                                           | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
| Volume Solution mère à 1g/l (ml)                                      | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
| Volume d'eau distillée (ml)                                           | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Volume Solution stabilisante (ml)                                     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   |
| Volume chlorure de baryum (ml)                                        | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| Agitation 1 minute                                                    |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Correspondance en mg/l de sulfates. ( SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 0   | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  | 60  | 70  |

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

**I -3-2-2-4-Mode opératoire :**

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

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

Après 2 min d'agitation utiliser l'UV-Visible, exprimée en mg/l.

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

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

**I -3-2-3-2-Réactifs :**

\* Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :

\* Solution d'HCl à 0,1 N :

- HCl à 1 N ..... 100 ml.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000ml.

**I -3-2-3-3-Mode opératoire :**

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

**I -3-2-3-4-Expression des résultats :**

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

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

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

**I -3-2-5-Détermination des Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :****I -3-2-5-1-Principe:**

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

**I -3-2-5-2-Réactifs :**

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide .....40 g.
- Acide phosphorique ..... 100 ml.

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

#### I -3-2-5-3-Courbe d'étalonnage :

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

**Tableau N°16:** les normes d'étalonnage de (NO<sup>2-</sup>).

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

#### I -3-2-5-4-Mode opératoire :

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

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

\* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sup>2-</sup>.

Effectuer la lecture à 543 nm.

\*Le résultat est donné directement en mg/l.

#### I -3-2-6-Détermination des chlorures (Cl<sup>-</sup>) :

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

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur.

Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage.

##### I -3-2-6-2-Réactifs :

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

1,6987 d'AgNO<sub>3</sub> → 1000 ml d'eau distillée

Indicateur coloré  $K_2CrO_4$  à 10 % :

10 g de  $K_2CrO_4$  → Q.S.P 100 ml d' $H_2O$  distillée

Solution de chlorures à 71 mg/l:

0.107g de  $NH_4Cl$ .....1000ml d'eau distillée.

### I -3-2-6-3-Mode opératoire :

- Prendre 5 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 2 gouttes de  $K_2CrO_4$  (coloration jaunâtre).
- Titrer avec  $AgNO_3$  à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.



Figure N°16 : photo de titrages de Cl<sup>-</sup> en début.



Figure N°17 : photo de titrages de Cl<sup>-</sup> à la fin (la coloration devient brune).

### I-3-2-6-4-Expression des résultats :

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

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

**$V_{AgNO_3}$**  : Volume d' $AgNO_3$  nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

**$N_{AgNO_3}$**  : Normalité d' $AgNO_3$ .

**MCl** : masse des chlorures.

**F** : facteur de correction du titre d' $AgNO_3$ .

**PE** : prise d'essai.

**Pour le F :**

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.

- Doser par  $\text{AgNO}_3$  à 0,01 N jusqu'au virage. (Couleur brun rougeâtre).

### **I -3-3-l'analyse de pH, T°C, Cond, sal et TDS :**

#### **I-3-3-1-Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre :**

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

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène  $[\text{H}^+]$  présent dans l'eau ou les solutions. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $\text{H}^+$ . L'appareil employé est le pH-mètre à base d'Electrode de pH combinée et en utilisant des réactifs à pH=9, pH=7 et pH=4 comme solution tampon.

##### **I -3-3-1-2-Mode opératoire :**

###### **a) Etalonnage de l'appareil :**

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

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

###### **b) Dosage de l'échantillon :**

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

- Prendre environ  $\square$  100 ml d'eau à analyser,
- Le Mettre dans un agitateur avec une faible agitation,
- Tremper l'électrode dans le bêcher,
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation,
- Puis noter le pH.

**I -3-3-2-Mesure de la conductivité électrique :****I -3-3-2-1-Définition :**

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

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

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

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en microsiemens par centimètre (μS/cm).

**I -3-3-2-2-Principe :**

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

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

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

La résistivité électrique en ohms-cm est

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

**I -3-3-2-3-Mode opératoire :**

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

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

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



**Figure N°18 : Conductimètre**



**Figure N°19 : PH-mètre.**

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

Pour mesurer ces paramètres, on utilise le même appareil : le conductivité-mètre.

L'analyse est effectuée par immersion directe de l'électrode dans les flacons porteurs d'échantillons (sans oublier de rincer rigoureusement l'électrode après chaque mesure). Les résultats sont affichés directement dans l'appareil.

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

**2-Méthodes d'analyses organoleptiques :**

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

**2-1-La couleur :**

La couleur des eaux a été estimée par un simple examen visuel des échantillons.

**2-2-L'odeur :**

L'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive.

**2-3-Le goût et la saveur :**

La saveur est décelée par dégustation.

# **CHAPITRE IV**

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

**Introduction :**

Le Prélèvements Pour l'analyse physico-chimique sont faite En respectant les précautions et toutes observations nécessaires pour les prélèvements (date .heure lieu) le Traitement des échantillons est fait et le Transport des échantillons dans des bons conditions (glacier) 8 prélèvements d'eau sus-jacente au sédiment ont été effectués sur la sebkha, au cours d'une. Les eaux de surface ont fait l'objet d'une étude des paramètres physico-chimiques, Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des flacons en verre de 1litre. Les paramètres physico-chimiques (pH, T°) sont mesurés in-situ en utilisant des appareils de terrain : un pH mètre de terrain La température est obtenue simultanément avec la mesure du ph Les eaux de la sebkha ont été achemine au laboratoire,; elles sont conservées à basse température (4°C), pour éviter toute évolution, sous l'actionnes micro-organismes.

**1-Paramètres organoleptiques :**

**1-1-La Couleur :**

Lors des prélèvements, nous avons remarqué que la couleur de l'eau de la sebkha n'est pas homogène, tendant au blanc et au gris en raison de la forte concentration de sels minéraux.

**1-2- L'odeur :**

L'eau étudiée est inodore, ce qui indique probablement l'absence de la matière organique.

**1-3- Le goût et la saveur :**

Lors des prélèvements, les eaux de sebkha étaient un goût très salé.

**2-Paramètres physico-chimiques :**

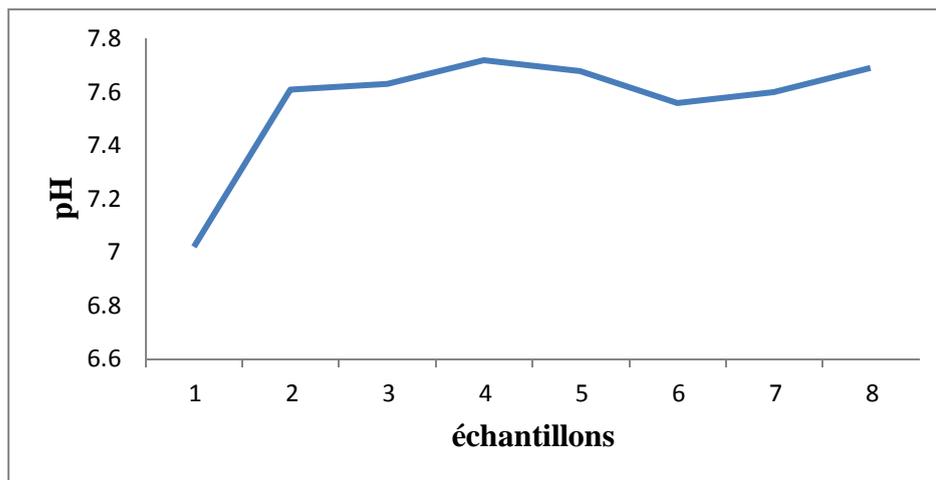
**2-1- Potentiel hydrogène (PH) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°17:** Tableau représenté les résultats de PH

| Ech | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| pH  | 7.02 | 7.61 | 7.63 | 7.72 | 7.68 | 7.56 | 7.60 | 7.69 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant:



**Figure N°20 : Courbe représentative des résultats du pH.**

D’après la figure N°20 Le pH de l’eau mesure la concentration des protons  $H^+$  contenus dans l’eau. Il résume la stabilité de l’équilibre établi entre les différentes formes de l’acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et le bicarbonate (Ezzaouaq, 1991) ( El Blidi et *al*, 2003).

Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les points de prélèvements qui entoure la sebkha.

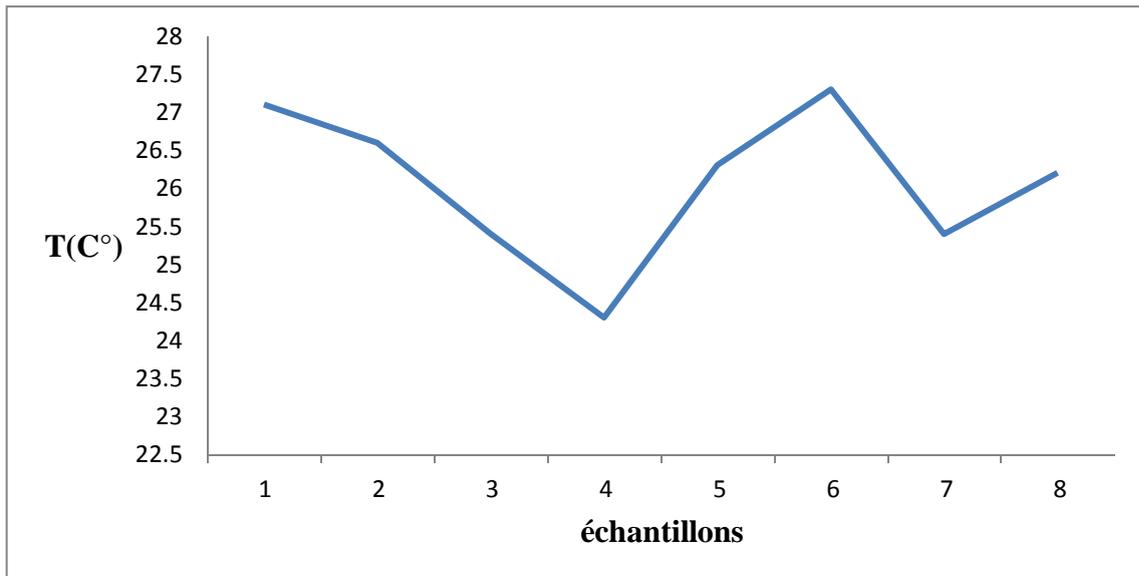
**2-2-Température :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°18:** Tableau représenté les résultats de T°

| Ech             | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Température(C°) | 27.1 | 26.6 | 25.4 | 24.3 | 26.3 | 27.3 | 25.4 | 26.2 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°21 : Courbe représentative des résultats du Température(C°).**

D’après la figure N°21 La température de l’eau, est un facteur écologique qui entraîne d’importantes répercussions écologiques (Leynaud ; 1968). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l’eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l’eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O ; 1987)de ce qui sut le température mesure sur site montre que la sebkha passe dans période très sèche ou elle vas subire une évapotranspiration ce qui vas entraine a une sécheresse de la sebkha et l’apparition de couche de sel.

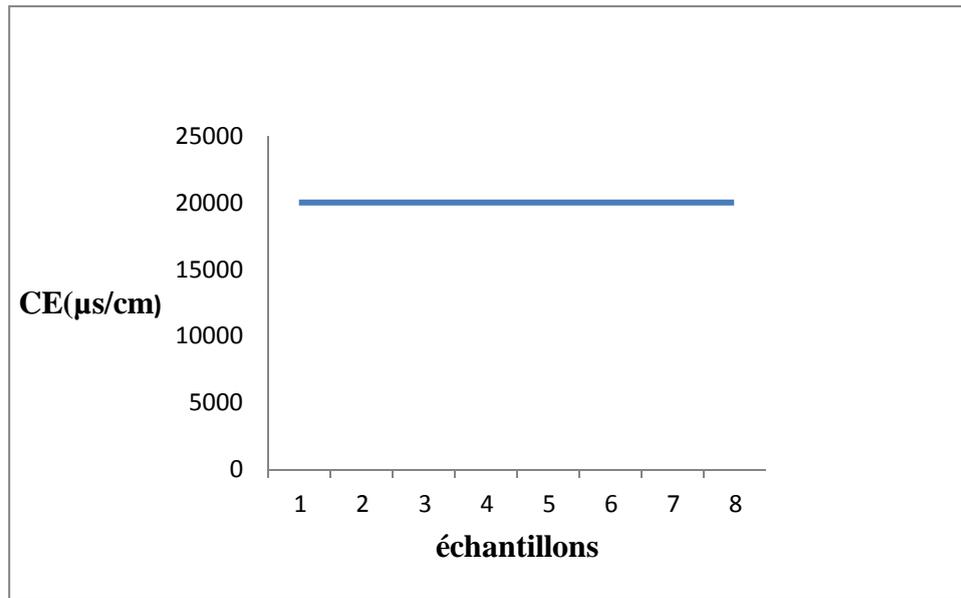
**2-3-Conductivité :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°19:** Tableau représenté les résultats de conductivité

| Ech                        | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Conductivité<br>CE (µs/cm) | sup20000 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°22 : Courbe représentative des résultats du Conductivité (µs/cm).**

D’après la figure N°22 La conductivité électrique est mesurée pour évaluer la minéralisation globale des eaux de la sebkha. Pendant les deux saisons, elle est très élevée supérieur a 20000µs/cm la limite du conductimètre et de 20000 µs/cm max qualifiant ainsi l’eau de la sebkha comme inutilisable pour l’irrigation et le boisson la conductivité augment beaucoup lorsque la température s'accroire, ce phénomène s'explique par le fait que la mobilité des ions augmente à cause de la diminution de la viscosité du milieu. Ce ci provoque bien que le transport de courant soit solidaire du transport de matière.

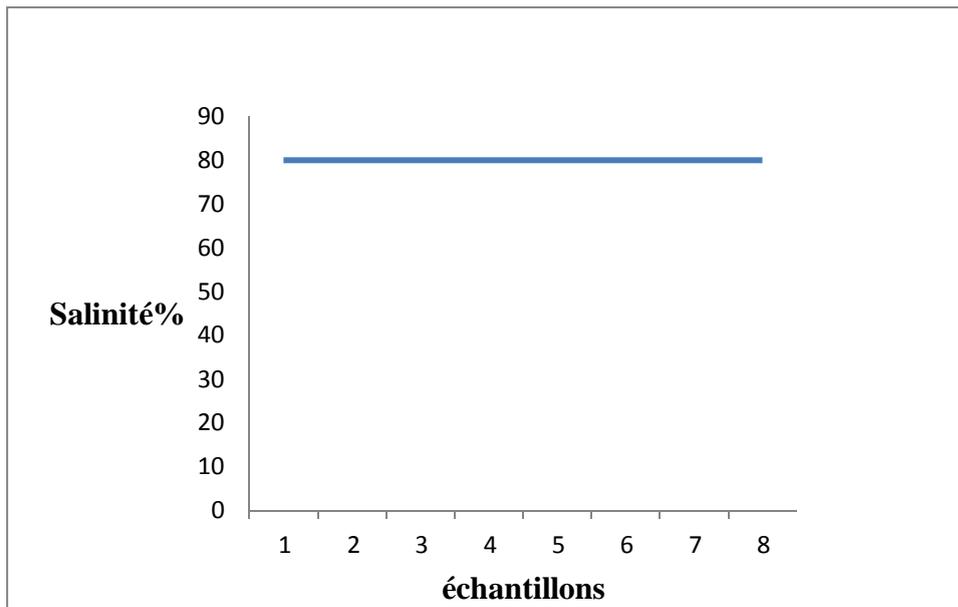
**2-4-Salinité :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°20:** Tableau représenté les résultats de salinité

| Ech       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Salinité‰ | sup80 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N° 23: Courbe représentative des résultats du Salinité%.**

D’après la figure N°23 Les principaux sels responsables de la salinité de l’eau sont les sels de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), de sodium ( $\text{Na}^+$ ), les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ). La valeur élevée de la salinité enregistre sur la sebkha supérieur a 80 signifie une grande quantité d’ions en solution, ce qui rend plus difficile l’absorption de l’eau et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires La salinité primaire s'explique par l'accumulation de sels dans le sol ou d'eaux souterraines sur une longue période de temps en deux processus naturels: L'altération des matériaux de base contenant des sels solubles : Les processus d'altération des roches se décomposent et la libération des sels solubles de divers types, principalement des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, et dans une moindre mesure, les sulfates et les carbonates. Le chlorure de sodium est le sel le plus soluble.

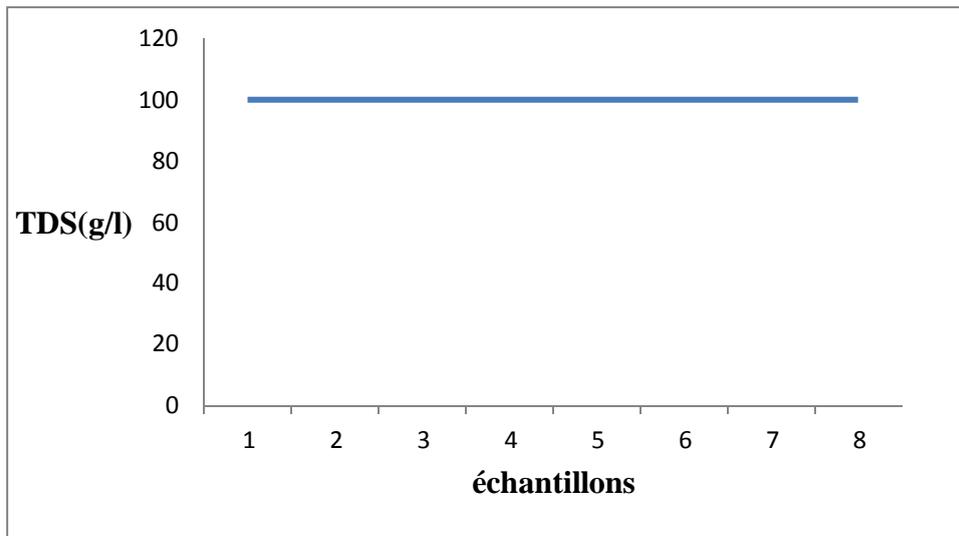
**2-5-Taux des sels dissous(TDS) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°21:** Tableau représenté les résultats de TDS

| Ech        | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TDS (g/ l) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N° 24: Courbe représentative des résultats du Taux de minéralisation total (g/l).**

D’après la figure N°24 Les « Solides dissout » se réfèrent à tous minéraux, sels, métaux, cations ou anions dissous dans l’eau. Cela inclut n’importe quel élément présent dans l’eau autre que les molécules H<sub>2</sub>O La TDS est donc la somme de tous ces éléments il s’agit d’un ratio de poids entre les ions présents et l’eau les niveaux de TDS dépassent 100 g/l enregistre sur l’eau de la sebkha, est généralement considéré comme impropre à la consommation humaine. Un niveau élevé de TDS est un indicateur de problèmes potentiels, et justifie une enquête plus approfondie. Le plus souvent, des niveaux élevés de TDS sont causés par la présence de potassium, de chlorure et de sodium. Ces ions n’ont que peu ou pas d’effets à court terme, mais des ions toxiques (arsenic, plomb, cadmium, nitrates et autres) peuvent également être dissous dans l’eau.

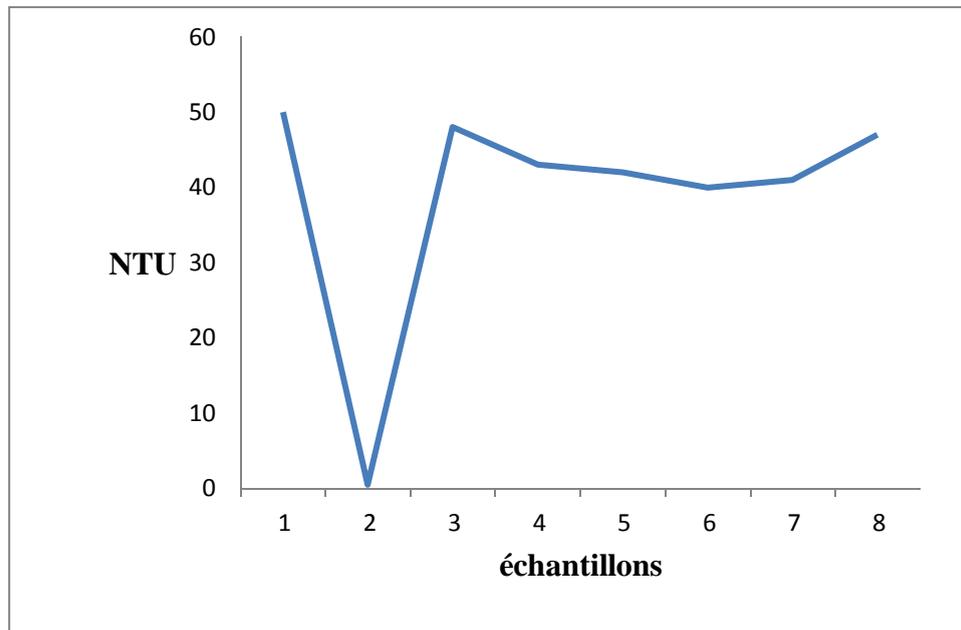
**2-6- Turbidité :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°22: Tableau représenté les résultats de turbidité**

| Ech             | 1  | 2     | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|-----------------|----|-------|----|----|----|----|----|----|
| Turbidité (NTU) | 50 | 0.499 | 48 | 43 | 42 | 40 | 41 | 47 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°25 : Courbe représentative des résultats du Turbidité(NTU).**

D'après la figure N°25 La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau; c'est l'inverse de la limpidité. Techniquement, la turbidité correspond à la propriété optique de l'eau permettant à une lumière incidente d'être déviée La turbidité très élevée enregistrée sur les échantillons entre 40 et 50 NTU peut avoir des effets importants sur la qualité microbienne de l'eau sauf l'échantillon 2 il a été filtré avant de mesurer la turbidité. En effet, la croissance microbienne dans l'eau est particulièrement marquée à la surface des particules et à l'intérieur des floes, naturellement présents dans l'eau ou formés lors de la coagulation. Ce phénomène résulte de l'adsorption d'éléments nutritifs aux surfaces, ce qui permet aux bactéries de croître plus efficacement (CFPT ; 2002). Plusieurs études ont mis en évidence un lien entre la turbidité et la présence de microorganismes

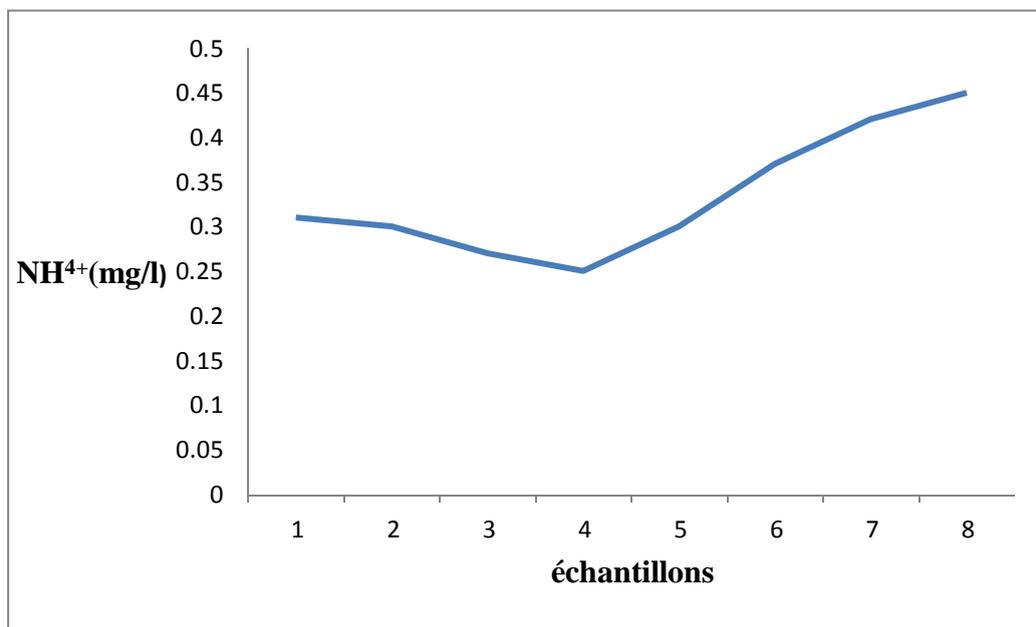
**2-7-Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°23:** Tableau représenté les résultats de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

| Ech                                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>(mg/l) | 0.31 | 0.30 | 0.27 | 0.25 | 0.30 | 0.37 | 0.42 | 0.45 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N° 26: Courbe représentative des résultats de l'Ammonium (mg/l).**

D'après la figure N°26 L'ion ammonium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, est la forme réduite de l'azote. Il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes. Il peut être aussi issu de l'apport d'effluents urbains épurés, de rejets industriels ou agricoles. La directive 98/83/CE du 3 novembre 1998 indique, pour les eaux destinées à la consommation humaine, une concentration maximale d'ammonium de 0,5 mg/L pour les enchantions de Léau de sebkha ont a enregistre des valeurs entre 0.3 et 0.5 mg /l donc Léau de sebkha reconnait une pollution moine sévère puisque ces un indicateur de pollution et la zone d'étude reconnais une absence des rejets domestique et industrielle

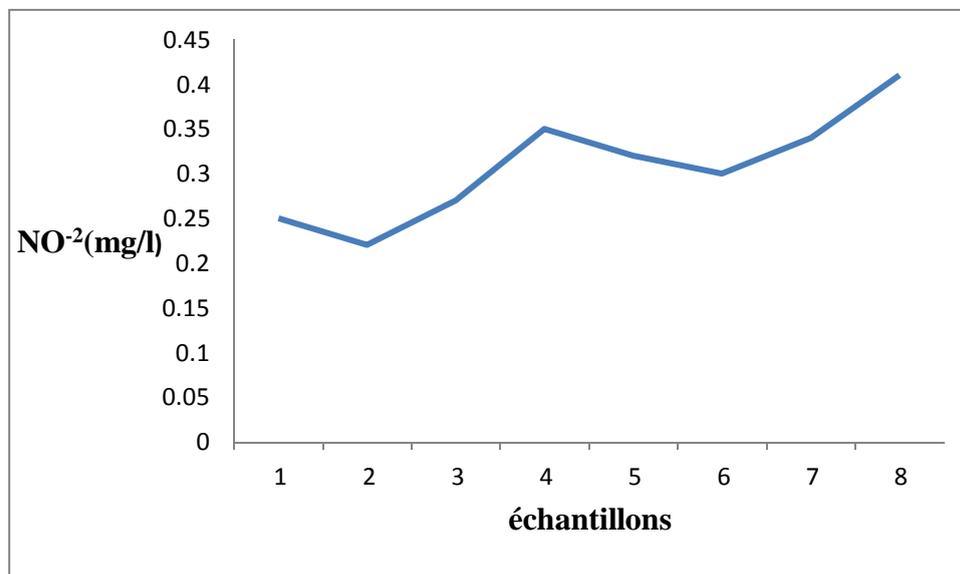
**2-8- Nitrites (NO<sup>2-</sup>) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°24:** Tableau représenté les résultats de NO<sup>2-</sup>

| Ech                        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NO <sup>2-</sup><br>(mg/l) | 0.25 | 0.22 | 0.27 | 0.35 | 0.32 | 0.30 | 0.34 | 0.41 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N° 27: Courbe représentative des résultats de Nitrites (mg/l).**

D’après la figure N°27 L’ammonium est transformé en nitrites par des bactéries nitreuses

(nitrosomas) consommatrices d’oxygène dissous.

Les nitrites sont très dangereux pour les organismes vivants, empêchant l’oxygène de se lier à l’hémoglobine du sang. Une concentration supérieure à 1mg/l est mortelle.

Les nitrites sont des éléments qui peuvent être considérés comme toxiques pour la faune aquatique notamment les poissons. Suivant les conditions et les espèces considérées, des teneurs de 0.01 mg/l à 0.06 mg/l sont, à plus ou moins longue échéance, dommageable comme les échantillonnes présente des valeurs entre 0.25 et 0.4 donc Léau est médiocre pour l’utilisation ces une eau pollue.

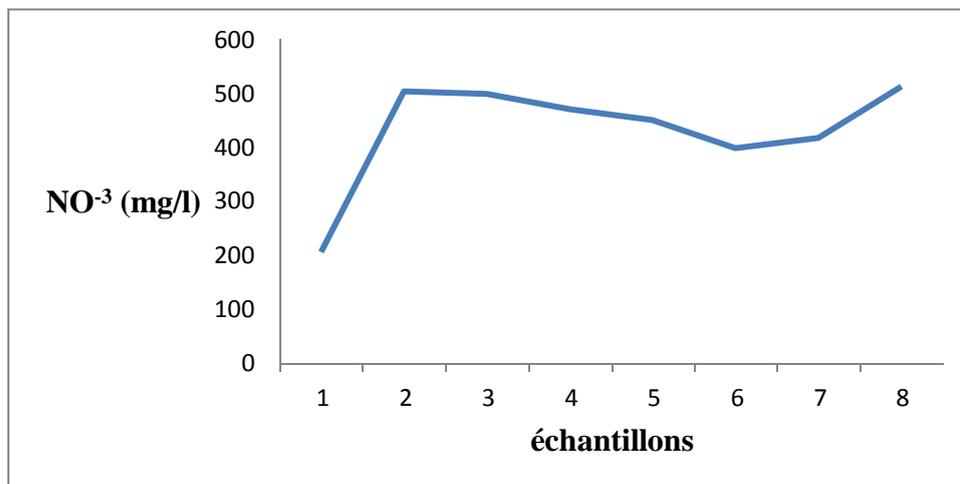
**2-9-Nitrate (NO<sup>3-</sup>) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°25:** Tableau représenté les résultats de NO<sup>3-</sup>

| Ech                        | 1     | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|----------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| NO <sup>3-</sup><br>(mg/l) | 205.3 | 503 | 498 | 470 | 450 | 398 | 417 | 512 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N° 28: Courbe représentative des résultats de Nitrate (mg/l).**

D’après la figure N°28 Les nitrites de la rivière sont transformés à leur tour en nitrates par les bactéries nitriques (nitrobacter) consommatrices d’oxygène dissous.

Dans les eaux souterraines, la présence naturelle de nitrates, de l’ordre de 5 à 10mg/l, a été multipliée par l’infiltration des engrais agricoles. C’est dans les régions de plaine, ou à faible relief, que les eaux des nappes souterraines sont le plus envahies par les nitrates ; pour Léau de la sebkha ont peut note une pollution atteint en certains points plus de 50, voir plus de 100 mg/l. de NO<sup>3-</sup> Cette situation pose aussi problème l’eau de consommation ou de irrigation ne doit pas dépasser 50 mg/l. de NO<sup>3-</sup> et les eaux de surface pompées à cet usage ne doivent pas dépasser cette concentration.

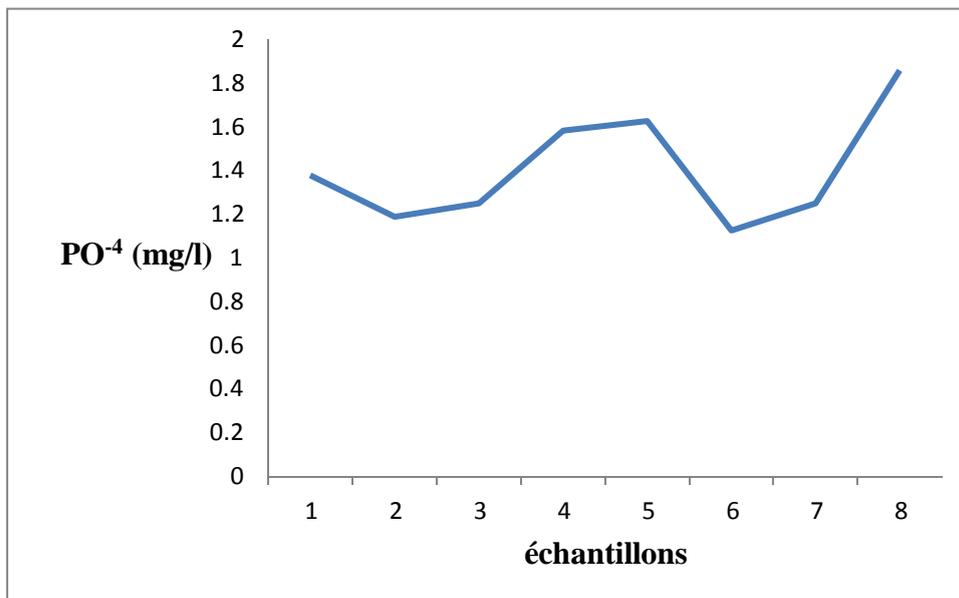
**2-10-Phosphate (PO<sup>4-</sup>) :**

Les résultats sont mentionnés dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°26:** Tableau représentant les résultats de PO<sup>4-</sup>

| Ech                        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PO <sup>4-</sup><br>(mg/l) | 1.375 | 1.185 | 1.245 | 1.578 | 1.621 | 1.122 | 1.245 | 1.854 |

Les résultats sont interprétés dans la courbe suivante :



**Figure N° 29: Courbe représentative des résultats de Phosphate (mg/l).**

D’après la figure N°29 Les phosphates (PO<sub>4</sub>) interviennent dans la photosynthèse vitale pour le développement des coraux zooxanthelles. Ils contribuent au métabolisme de nos hôtes et sont indispensables à leur développement mais ceci en quantité très limitée. Dans la nature la concentration est mesurée de 0.002 à 0.04 mg/l. Source de nourriture pour les algues, les phosphates favorisent la croissance des algues indésirables (cyanos, algues rouges, filamenteuses...) qui poussent d’ailleurs juste à la surface de la source des phosphates sur le sable ou le décor, même si ils ne sont pas mesurables et ce jusqu’à l’étouffement des coraux, certaines algues perforatrices des coraux sont à l’origine de la fragilisation des squelettes pour les 8 échantillons de la sebkha il ya excès de phosphate à cause du développement des zooxanthelles qui se traduit également par un brunissement des coraux, Au-delà de 0.1 mg/l ils inhibent la calcification et donc la croissance des coraux.

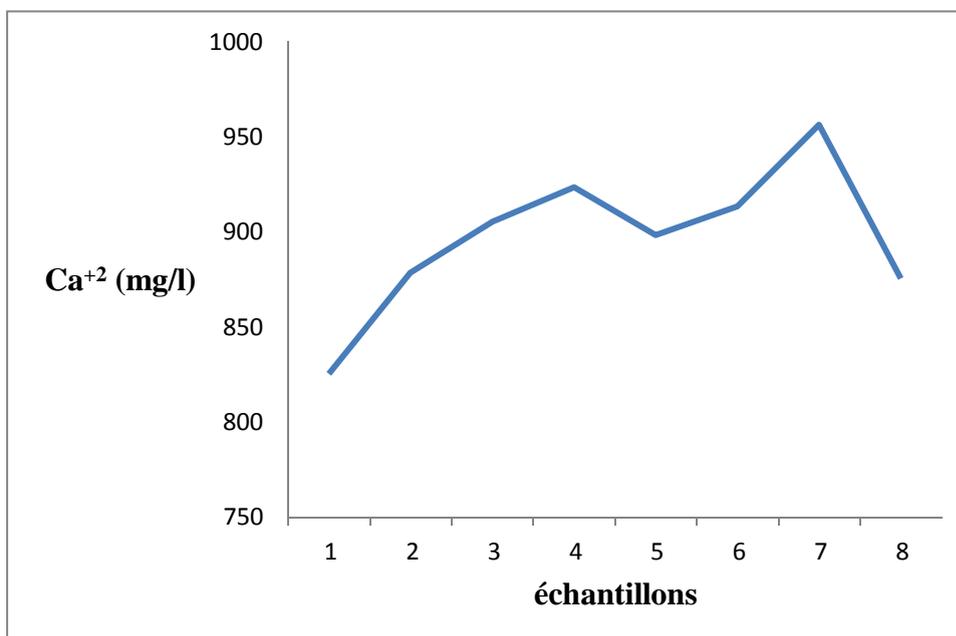
**2-11-Calcium (Ca<sup>2+</sup>) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°27:** Tableau représenté les résultats de Ca<sup>2+</sup>

| Ech                        | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ca <sup>2+</sup><br>(mg/l) | 825 | 878 | 905 | 923 | 898 | 913 | 956 | 875 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°30 : Courbe représentative des résultats de Calcium (mg/l).**

D’après la figure N°30 La dureté de l’eau correspond à sa teneur en sel de calcium et de magnésium, autrement dit, sa concentration en calcaire. Une eau trop calcaire favorise l’entartrage et une eau trop douce devient corrosive. La dureté de l’eau est aussi appelée TH et doit idéalement être comprise entre 10 et 20 °F. Plus le TH est élevé, plus l’eau est dure et donc calcaire pour nos échantillon ont note une concentration très élève du calcium entre 800 et 950 ce qui rend cette eau calcaire Le calcaire est présent dans l’eau. La dureté de l’eau est sans conséquence sur la santé de l’homme, toutefois une eau très dure peut éventuellement se montrer irritante pour les peaux sensibles.

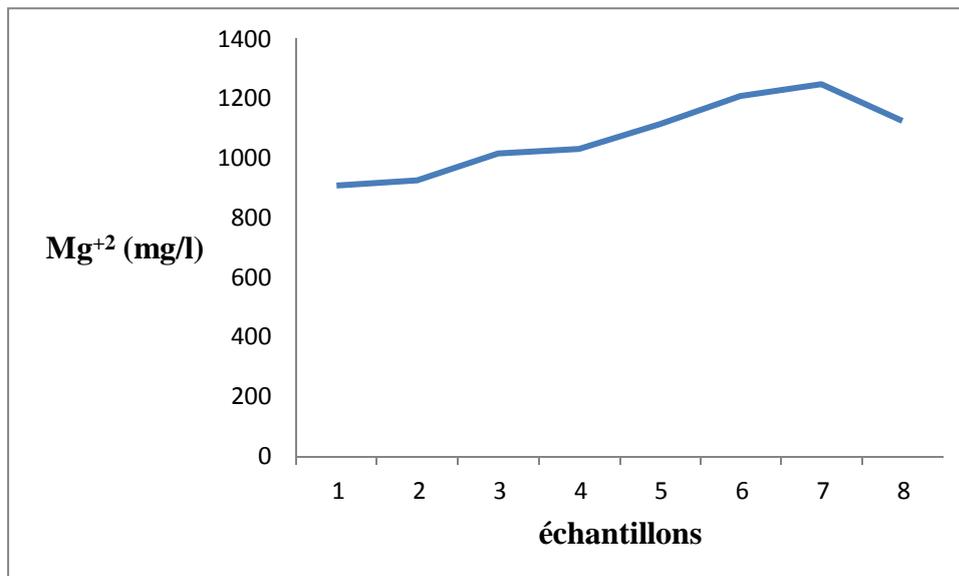
**2-12-Magnésium (Mg<sup>+2</sup>) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°28:** Tableau représenté les résultats de Mg<sup>+2</sup>

| Ech                        | 1   | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|----------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Mg <sup>+2</sup><br>(mg/l) | 905 | 922 | 1012 | 1027 | 1110 | 1205 | 1245 | 1122 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°31 : Courbe représentative des résultats de Magnésium (mg/l).**

D'après la figure N°31 L'eau "dure" (riche en minéraux) contient plus de magnésium que l'eau "douce" (faible en minéraux).L'eau constitue une source importante de magnésium. Dans les endroits où l'eau est dure, , l'eau potable constitue environ 20% des sources de magnésium dans l'organisme Une eau dure apporte une plus grande quantité de sels minéraux à l'organisme, ce qui aurait un effet protecteur vis-à-vis de certaines maladies cardiovasculaires L'eau dure est une eau dans laquelle est dissoute une forte concentration de minéraux, comme les carbonates, chlorures et sulfates de calcium et de magnésium. La « dureté » de l'eau dépend de sa provenance. Une eau souterraine entrée en contact avec des roches poreuses qui contiennent des dépôts de minéraux.

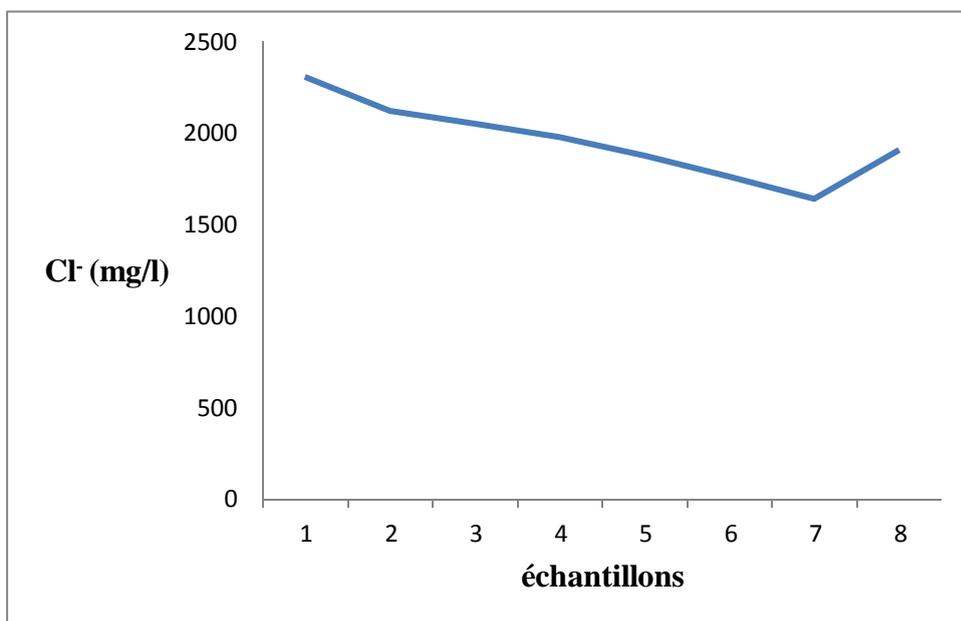
**2-13-Chlore (Cl<sup>-</sup>) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°29:** Tableau représenté les résultats de Cl<sup>-</sup>

| Ech                       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Cl <sup>-</sup><br>(mg/l) | 2305 | 2120 | 2050 | 1976 | 1873 | 1760 | 1638 | 1905 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°32 : Courbe représentative des résultats de Chlore (mg/l).**

D'après la figure N°32 Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCL) les normes acceptées qui concerne le chlorure sont de 600 mg/l pour nos 8 échantillons ont remarque que la concentration et très élève entre 1900 et 2300 mg/l ce qui rend l'eau de sebka impropre a la consommation ou irrigation car ca valeur très élève un taux élève du chlorure jouait un rôle dans l'hypertension sensible au sodium.(44,45) Selon certaines indications, chlorure joue peut-être un rôle plus actif et indépendant dans la fonction rénale, (33. 34) dans la neurophysiologie.

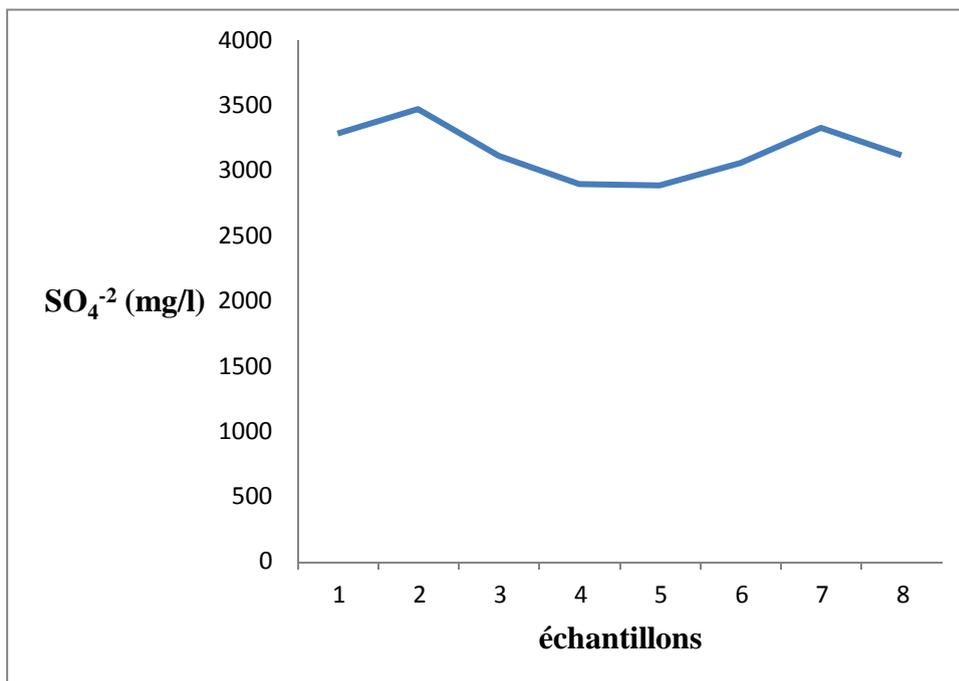
**2-14-Sulfate (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°30:** Tableau représenté les résultats de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>

| Ech                                     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup><br>(mg/l) | 3275 | 3465 | 3105 | 2890 | 2879 | 3050 | 3320 | 3110 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°33 : Courbe représentative des résultats de Sulfate (mg/l).**

D’après la figure N°33 Le sulfate est un des éléments majeurs des composés dissouts dans l'eau de pluie. Des concentrations importantes en sulfate dans l'eau peuvent avoir un effet laxatif important combiné avec le calcium et le magnésium, les deux composés majeurs de la dureté de l'eau. Le niveau maximum de sulfate suggéré par l'OMS dans les lignes directrices de la qualité demandée pour l'eau destinée à la consommation, d'après les accords de Genève en 1993 est de 500 mg/L. pour les échantillons de la sebkha ont note des Alléur très élèves entre 3000 ET 3500 mg/l ce qui entraine un niveau important de sulfate peuvent souffrir de déshydratation et de diarrhées pour les personnes et Les animaux sont aussi sensibles aux niveaux élevés de sulfate. Pour les jeunes animaux, de hauts niveaux de sulfates peuvent créer des diarrhées sévères et dans certains cas la mort.

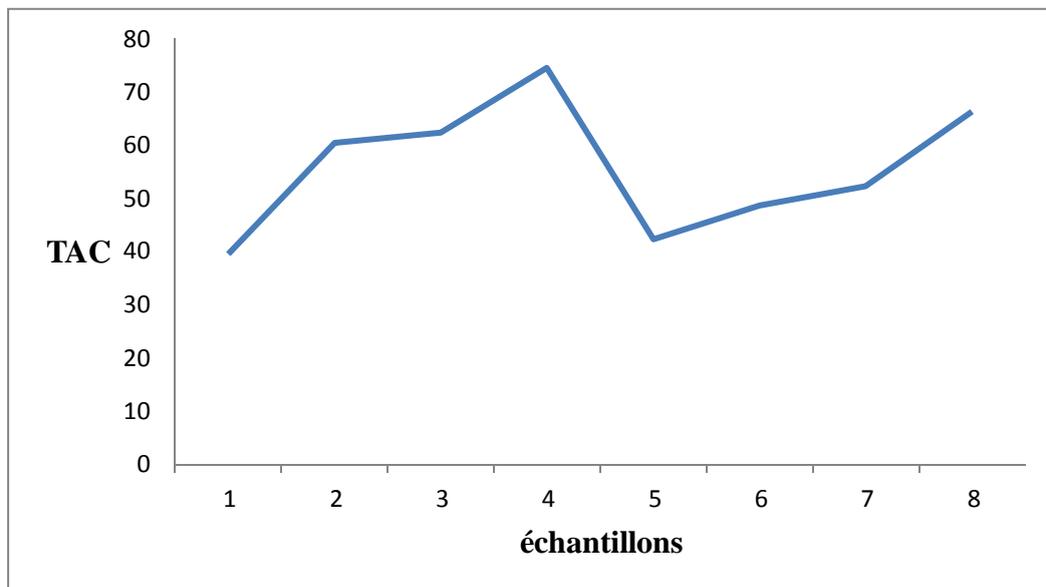
**2-15- Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°31:** Tableau représenté les résultats de TAC

| Ech | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TAC | 39.5 | 60.4 | 62.3 | 74.5 | 42.3 | 48.6 | 52.2 | 66.3 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°34 : Courbe représentative des résultats de Titre Alcalimétrique Complet.**

D'après la figure N°34 L'alcalinité est une mesure du pouvoir de l'eau à neutraliser les acides, c'est un peu comme le «pouvoir tampon de l'eau». En d'autres termes, l'alcalinité mesure la résistance à tout changement de pH. Le pouvoir neutralisant de eau est attribué principalement à la présence de bicarbonates de calcium et de magnésium dissous dans l'eau (également dans une moindre mesure, des hydroxydes, des bases organiques pour ont peut note que la valeur du TAC varie de façon aléatoire pour chaque échantillon dans un intervalle entre 40 et 75 ce qui montre qui les ions de Léau de sebkha ne sont pas stable.

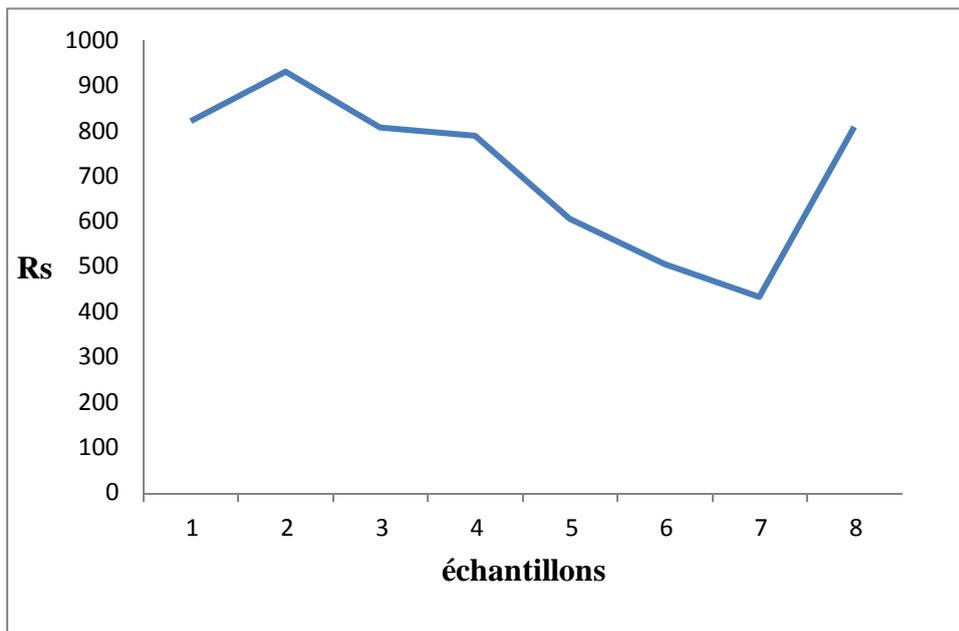
**2-16-Résidus sec :**

Les résultats sont motionné dans le tableau ci suivant :

**Tableau N°32:** Tableau représenté les résultats de Rs

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ech | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Rs  | 820 | 930 | 807 | 788 | 605 | 505 | 432 | 808 |

Les résultats sont interpréter dans la courbe suivant :



**Figure N°35: Courbe représentative des résultats de Résidus sec.**

D’après la figure N°35 La quantité de résidus à sec correspond à la quantité de minéraux qu’il reste après évaporation. ... Si le taux de résidus à sec est supérieur à 1 500 mg / L, il s'agit d'une eau riche en minéraux.

Le premier élément à prendre en compte dans le choix d’une bouteille d’eau est la quantité de résidus à sec qu’elle contient. Il s’agit de la quantité de minéraux (sodium, magnésium, sulfate, calcium,...) restants une fois que l’eau est évaporée e résidu à sec doit ainsi être idéalement inférieur à 100mg/ ou un eau faiblement minéralise est une eau idéal pour nous échantillons ont remarque que est entre 400 et 930 donc ont peut signalé une minéralisation globale très grande a cause de la présence d’une grande quantité de sel minéraux ce qui le rend impropre a la consommation ou l’utilisation pour irrigation.

# **CONCLUSION GENERALE**

### Conclusion générale :

La région de Zaâfrane est une partie du bassin des Zahrezs, elle se caractérise par une pluviométrie annuelle moyenne très irrégulière ne dépassant pas les 300 mm, avec une saison estivale chaude et sèche et un hiver froid, accompagné des vents qui favorisent un transport éolien et un ruissellement faible. Sous ce climat, les processus liés à la dynamique de l'eau seraient limités aux horizons superficiels et à des zones à fortes concentrations d'eau, telle que la Sebka et les dayas. Les conditions évaporatoires vont favoriser l'accumulation des sels. ( Boutheldjaoui et al, 2019)

Les eaux de l'aquifère superficiel de Zaâfrane sont de qualité médiocre pour l'irrigation, bien que les valeurs enregistrées sont élevées, donc un problème d'infiltration. Une étude expérimentale de salinisation effectuée auparavant (préparation d'une solution saline et l'utiliser pour irriguer une colonne de sol), nous a permis de comparer la vitesse de drainage des différentes solutions salines, ainsi que la dynamique de différents éléments.

La région de Zaâfrane est comme toutes les régions arides à un réseau hydrographique formé d'Oueds à écoulements temporaires. Cependant des crues exceptionnelles sont enregistrées suites à des averses d'où l'idée de la construction de petits barrages pour régulariser ces Oueds. En ce qui concerne les eaux souterraines, La Sebka, qui se trouve à la plus basse altitude, est un exutoire pour la majorité des cours d'eau qui s'écoulent dans la région et donc une alimentation de l'aquifère superficiel de Zaâfrane qui se situe aux piémonts des monts des Ouleds Nails.

Les eaux de Sebka Zahrez Gharbi, sont caractérisées par une valeur élevée de salinité, ce qui nous permet de constater que l'eau de la Sebka est alcaline et salée. Toutefois, ces paramètres présentent de grandes fluctuations dans le temps, notamment en fonction des saisons et des hauteurs des pluies reçues.

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité et les paramètres physico-chimique de l'eau de sebka Zaâfrane. La présente étude nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

► Les propriétés organoleptiques des échantillons prélevés révèlent la présence de contaminants.

## Conclusion générale

---

Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont dévoilé :

- ▶ La température moyenne est de 26.07°C
- ▶ Le pH légèrement alcalin est de 7.56
- ▶ La conductivité électrique sup20000µs/cm
- ▶ Une très augmentation des paramètres de pollution « Nitrites (NO<sub>2</sub>-), Ammonium (NH<sub>4</sub>+), Phosphate (PO<sub>4</sub>-3)».
- ▶ Les résultats des analyses chimiques ont montré que la teneur des minéraux est assez élevée dans tous les échantillons et surtout la teneur en ion sulfate.

A travers ces résultats, il n'est constaté que la majorité des paramètres physico-chimiques étudiés, ne répondent pas aux normes algériennes.

Finalement on peut dire que l'eau de sebkha cas Zaâfrane est une eau salée ne convient pas à la potabilité ou à l'arrosage et affecte notre environnement.

# **Références bibliographiques**

## ***Références bibliographiques***

- [01]A.N.A.T ; (2003)- *Prospective Territoriale pour un développement durable et intègre dans la wilaya de Djelfa*. Phase II. 33p.6ème édition
- [02]A.N.R.H ; (2008)- *Agence Nationale des Ressources Hydriques, (Wilaya de Djelfa)*.
- [03]ALPHA SIDIKI.M ; (2005)- *Qualité Organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par L'EDM.SA dans la ville de BAMAKO* : évaluation saisonnière.
- [04]AZZAOUI S ; (1999)-*Métaux lourds dans le bassin versant du Sebou, Géochimie, source de pollution et impact sur la qualité des eaux de surface*. Thèse de Doctorat national, université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc, 130p.
- [05]BAZA.Y ;(2006)- *Contribution à l'étude de la qualité des eaux d'irrigation des zones semi-aride, cas de la région de Ain Ibel*. Thèse, Ing, Agro. Université de Djelfa. p 34-35
- [06]BELHOUADJEB.F.A.TOAIBA.A.H.2006 : *Initiation à la régionalisation stochastique des paramètres chimiques dans le cadre d'un SIG (Application à la région de Ain Oussera)*. Thèse, Ing, Agro. Université de Djelfa.
- [07]BENGOUMI M et al ; (2004). - *Qualité de l'eau en aviculture* .Revue trimestrielle
- [08]BERKANI I et BENARFA N ; (2005) -*Contribution à l'étude de la qualité des eaux d'irrigation des zones semi-aride, cas de la région de Deldoul (plaine de oueld Tolba)*.
- [09]BRICHA S et al ; (2007).- *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique*
- [10]D.H.W ;(2008) -*Direction de Hydraulique de la Wilaya de Djelfa*.  
d'information scientifique et technique – Volume 3 – N°1, Maroc,  
525pp.
- [11]DERAMCHE M et MOUSSA M ;( 1993)-*Synthese des études et exploitation des données existantes sur le Synclinal de Djelfa*.
- [12]DIALLO BREHIMA ;(1996) -*Analyse et contrôle de la pollution des eaux du fleuve Niger par les rejets liquides urbains et industriels du district de Bamako*. Thèse Doctorat de Biologie : Ensup Bamako. MALI.
- [13] DORE. M ;(1989) - *Chimie des oxydants, traitement des eaux*. Ed. Lavoisier, Paris.
- [14] DURAND J ;(1983)-*Les sols irrigables étude pédologique* .Presses universitaires deEdition Dunod technique, France, 925-953p.
- [15] FELSENFELD A.J et ROBERTS M.A; (1991) -*A report of fluorosis in the United France*, Paris, p158-160.
- [16]GILBERT.CASTANY ; (1998)-*Hydrologie : principe et méthodes*. Ed. Dunod, p 235.
- [17]HARTEMANN Ph ;(1998)-*Les eaux destinées à la boisson. Eau du réseau, eau conditionnée, eau minérale, eau de source, fontaine réfrigérante*. Hygiènes, 6, p389 -394

[18]H.C.D.S ;(2005) - *Haut-commissariat au développement de la steppe.*

**Jacques HUBERT, Claire HUBERT, Paul JUNGERS, Michel DAUDON, Philippe**

[19]HARTEMANN ; (2002) -*Eaux de boisson et lithiase calcique urinaire idiopathique, quelle eaux de boisson et quelle cure de diurèse.* Progrès en Urologie, 12. p692-99.

[20]JEAN JUC CELLERIC ;(2002) -*La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau,* Paris.

[21]KANE.B ;(2000)-*Evaluation saisonnière de quelques paramètres du contrôle de la qualité de l'eau du réseau d'adduction de la ville de Bamako,* Thèse pharmacie, Bamako n°25.

[22]KIRDA C ;( 1997) -*Assessment of irrigation water quality.*

[23] LAGREB.H, SEMANE.S ;(2007)-*Etude de la qualité des eaux potables de la ville de Djelfa par régionalisation stochastique des paramètres hydro chimiques.* Thèse, Ing, Biologie. Université de Djelfa. 39-42p.

[24] M.RACHI ;(2004)-*Contribution à l'étude hydro chimique d un aquifère superficiel et aptitude des eaux d'irrigation cas de la nappe de Zaàfrane.*

[25] M.RIEU ;(1981)-*Sodium absorption ration et estimation du pouvoir alcalinisant des eaux.* Mission ORSTOM, vol XVIII n°2, pp 123-128.

[26] MICHE DETAY ; (1997)-*La gestion active des aquifères.* Edition Masson, paris.1

[27]M.POUGET ;(1980)-*Les relations sol végétation dans les steppes Sud Algéroises.* O.R.S.T.O.M. Paris, n°116, p555.

[28] MIREILLE WILLIAME ;(2004)-*Qualité des eaux de distribution publique dans le*  
**Monique Henry** - *Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint.*

[29]MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE Hamsatou ;( 2005)-*Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries, Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines.* Thèse Doctorat en pharmacie. Mali,

[30] MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE HAMSATOU 2005 : *Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries, Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines.* Thèse Doctorat en pharmacie. Mali, p 33.

*nappe phréatique M'nasra (Maroc).* Revue Afrique Science 03(3), 391-404p.

[31]NEDJIMIS ;(2006)-*Contribution à l'étude piézométrique et hydro chimique du Nord/pas de CALAIS.* p 6.

- [32] O.N.M ;(2008)-*Office National de la Météorologie. Station de Djelfa.*
- [33]RODIER ;(1980)-*L'analyse de eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.*
- [34]RODIER J ; (1978) - *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.*
- [35]Rodier J ;(1974) -*L'analyse de l'eau.*7ème édition, Dunod, Paris.
- [36] RODIER J ;(1997)-*L'analyse de eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.*  
Edition de Nord, paris.
- [37]RODIER J et al ; (2009)- *L'analyse de l'eau.* 9<sup>ème</sup> édition. DUNOD (éditeur), Paris, France.1579 p.
- [38]SAMAKE H ; (2002)- *Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001.* 77p.  
*States secondary to drinking well water.* J.A.M.A, 265.486-488p.*Synclinal du Djelfa.* Thèse, Ing, Agro. Université de Djelfa.  
p32.
- [39] TAHA HOUCINE.D ;(2002)-*Evolution de la qualité des eaux Salinité, Azote et Métaux lourds sous l effet de la pollution saline, agricole et industrielle.* Thèse de Doctorat.
- [40]BREMOND R., PERRODON C ; (1979)-*Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement et cadre de vie. Prévention des pollutions.* 2ème ed: 259 p
- [41]THIERUN J et STEFFEN P ;(2001)-*Guide pratique de l'échantillonnage des eaux souterraines.*91p.
- [42] YVES, Michaud et CHRISTINE Rivard ;(2005)-*Evaluation préliminaire des impacts Potentiels des changements climatiques sur les ressources en eau souterraines dans l'Est du Canada.*8p.

# ***ANNEXES***



**Normes algériennes du ministre des ressources en eau (depuis 22 mars 2011) : L'Algérie s'est basée sur les normes internationales, pour établir ses propres normes, on peut dire que c'est une combinaison de différentes normes qui existe sur le plan international. (Ghettas, B.2011)**

| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  | JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18 |  | 18 Rabie Ethani 1432<br>23 mars 2011 |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| <p><b>Tableau « B » Concours définitifs</b><br/>(En milliers de DA)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                    |  |                                      |  |
| SECTEURS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | MONTANTS OUVERTS |                                                    |  |                                      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | C.P.             | A.P.                                               |  |                                      |  |
| Soutien aux services productifs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6.500            | 6.500                                              |  |                                      |  |
| Infrastructures économiques et administratives                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 367.000          | 367.000                                            |  |                                      |  |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>373.500</b>   | <b>373.500</b>                                     |  |                                      |  |
| <p><b>Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.</b></p> <p>-----</p> <p>Le Premier ministre,<br/>Sur le rapport du ministre des ressources en eau,<br/>Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2) ;<br/>Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;<br/>Vu la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, relative à l'eau ;<br/>Vu la loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes ;<br/>Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Joumada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;<br/>Vu le décret exécutif n° 04-196 du 27 Joumada El Oula 1425 correspondant au 15 juillet 2004 relatif à l'exploitation et à la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source ;<br/>Vu décret exécutif n° 08-148 du 15 Joumada El Oula 1429 correspondant au 21 mai 2008 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation d'utilisation des ressources en eau ;<br/>Après approbation du Président de la République ;</p> <p><b>Décrète :</b></p> <p>Article 1er. — En application des dispositions de l'article 112 de la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine ainsi que les modalités de contrôle de conformité.</p> <p>Art. 2. — Les paramètres de qualité fixés par le présent décret sont applicables à l'eau de consommation humaine définie à l'article 111 de la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, susvisée, à l'exception des eaux minérales naturelles, des eaux de source, des eaux dites "eaux de table" et des eaux thermales.</p> <p>Art. 3. — Au sens du présent décret, il est entendu par :<br/>— <b>valeurs limites</b> : valeurs maximales fixées pour certains paramètres chimiques, radionucléides et microbiologiques et dont le dépassement constitue un danger potentiel pour la santé des personnes ;<br/>— <b>valeurs indicatives</b> : valeurs de référence fixées pour certains paramètres organoleptiques et physico-chimiques à des fins de contrôle du fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution d'eau et d'évaluation des risques pour la santé des personnes.</p> <p>Art. 4. — Les valeurs limites et les valeurs indicatives des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine sont annexées au présent décret.</p> <p>Art. 5. — La vérification de la conformité de l'eau de consommation humaine aux paramètres de qualité est effectuée au moyen d'analyses d'échantillons prélevés au niveau des points suivants :<br/>— au compteur particulier pour les eaux fournies par un réseau public de distribution ;<br/>— au point d'utilisation pour les eaux prélevées dans le domaine public hydraulique naturel en vue de la fabrication de boissons gazeuses et de glace ou de la préparation, du conditionnement et de la conservation de denrées alimentaires ;<br/>— conformément à la réglementation en vigueur pour les eaux fournies à partir de citernes mobiles.</p> <p>Art. 6. — La vérification de la conformité de l'eau de consommation humaine incombe, suivant le cas :<br/>— à l'organisme exploitant tout ou partie du service public d'alimentation en eau potable ;<br/>— au titulaire de l'autorisation ou de la concession d'utilisation des ressources en eau ;<br/>— au titulaire de l'autorisation d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine par citernes mobiles ;<br/>— à toutes les institutions de contrôle habilitées par la législation et la réglementation en vigueur.</p> <p>Art. 7. — Lorsqu'il est constaté que l'eau de consommation humaine a cessé d'être conforme aux valeurs limites et aux valeurs indicatives fixées par le présent décret, l'organisme exploitant ou le titulaire d'autorisation ou de concession, concernés au sens de l'article 6 ci-dessus, sont tenus de suspendre la distribution de l'eau.<br/>Aucun rétablissement de la distribution de l'eau ne peut être effectué sans qu'une enquête ne détermine les causes de non-conformité et sans la prise de mesures correctives nécessaires en vue de rétablir la qualité de l'eau.</p> <p>Art. 8. — L'organisme exploitant du service public d'alimentation en eau potable est tenu d'informer les usagers, par tous moyens appropriés, de toute suspension de la distribution et/ou des mesures correctives décidées au titre de l'article 7 ci-dessus.</p> <p>Art. 9. — Le présent décret sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.<br/>Fait à Alger, le 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011.</p> <p style="text-align: right;">Ahmed OUYAHIA.</p> |                  |                                                    |  |                                      |  |

## ANNEXE

## PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE

Tableau 1 : PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES

| GROUPE DE PARAMETRES | PARAMETRES   | UNITES  | VALEURS LIMITES |
|----------------------|--------------|---------|-----------------|
| Paramètres chimiques | Aluminium    | mg/l    | 0,2             |
|                      | Ammonium     | mg/l    | 0,5             |
|                      | Baryum       | mg/l    | 0,7             |
|                      | Bore         | mg/l    | 1               |
|                      | Fer total    | mg/l    | 0,3             |
|                      | Fluorures    | mg/l    | 1,5             |
|                      | Manganèse    | µg/l    | 50              |
|                      | Nitrates     | mg/l    | 50              |
|                      | Nitrites     | mg/l    | 0,2             |
|                      | Oxydabilité  | mg/l O2 | 5               |
|                      | Phosphore    | mg/l    | 5               |
|                      | Acrylamide   | µg/l    | 0,5             |
|                      | Antimoine    | µg/l    | 20              |
|                      | Argent       | µg/l    | 100             |
|                      | Arsenic      | µg/l    | 10              |
|                      | Cadmium      | µg/l    | 3               |
|                      | Chrome total | µg/l    | 50              |
|                      | Cuivre       | mg/l    | 2               |
|                      | Cyanure      | µg/l    | 70              |
|                      | Mercure      | µg/l    | 6               |
| Nickel               | µg/l         | 70      |                 |
| Plomb                | µg/l         | 10      |                 |
| Sélénium             | µg/l         | 10      |                 |
| Zinc                 | mg/l         | 5       |                 |

## ANNEXE (suite)

| GROUPE DE PARAMETRES                                                | PARAMETRES                                                                                                                                                              | UNITES | VALEURS LIMITES |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|
| Paramètres chimiques                                                | Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux                                                                                                                  | µg/l   | 0,2             |
|                                                                     | fluoranthène,<br>benzo (3,4) fluoranthène,<br>benzo (1,12) fluoranthène,<br>benzo (3,4) pyrène,<br>benzo (1,12) pérylène,<br>indéno (1 ,2,3-cd) pyrène.                 |        |                 |
|                                                                     | benzo (3,4) pyrène                                                                                                                                                      | µg/l   | 0,01            |
|                                                                     | Hydrocarbures dissous ou émulsionnés extraits au CCl <sub>4</sub>                                                                                                       | µg/l   | 10              |
|                                                                     | Phénols                                                                                                                                                                 | µg/l   | 0,5             |
|                                                                     | Benzène                                                                                                                                                                 | µg/l   | 10              |
|                                                                     | Toluène                                                                                                                                                                 | µg/l   | 700             |
|                                                                     | Ethylbenzène                                                                                                                                                            | µg/l   | 300             |
|                                                                     | Xylènes                                                                                                                                                                 | µg/l   | 500             |
|                                                                     | Styrène                                                                                                                                                                 | µg/l   | 100             |
|                                                                     | Agents de surface réagissant au bleu de méthylène                                                                                                                       | mg/l   | 0,2             |
|                                                                     | Epychlorehydrine                                                                                                                                                        | µg/l   | 0,4             |
|                                                                     | Microcystine LR                                                                                                                                                         | µg/l   | 0,1             |
|                                                                     | Pesticides par substance individualisée<br>- Insecticides organochlorés persistants, organophosphorés et carbamates, les herbicides, les fongicides, les P.C.B. et PC.T | µg/l   | 0,1             |
|                                                                     | à l'exception de aldrine et dieldrine                                                                                                                                   |        | 0,03            |
|                                                                     | Pesticides (Totaux)                                                                                                                                                     | µg/l   | 0,5             |
|                                                                     | Bromates                                                                                                                                                                | µg/l   | 10              |
|                                                                     | Chlore                                                                                                                                                                  | mg/l   | 5               |
|                                                                     | Chlorite                                                                                                                                                                | mg/l   | 0,07            |
| Trihalométhanes (THM) (Total)                                       |                                                                                                                                                                         |        |                 |
| Chloroforme, Bromoforme, Dibromochlorométhane, Bromodichlorométhane | µg/l                                                                                                                                                                    | 100    |                 |

## ANNEXE (suite)

| GROUPES DE PARAMETRES        | PARAMETRES                                        | UNITES       | VALEURS LIMITES |
|------------------------------|---------------------------------------------------|--------------|-----------------|
| Paramètres chimiques (suite) | Chlorure de vinyle                                | µg/l         | 0,3             |
|                              | 1,2 - Dichloroéthane                              | µg/l         | 30              |
|                              | 1,2 - Dichlorobenzène                             | µg/l         | 1000            |
|                              | 1,4 - Dichlorobenzène                             | µg/l         | 300             |
|                              | Trichloroéthylène                                 | µg/l         | 20              |
|                              | Tetrachloroéthylène                               | µg/l         | 40              |
| Radionucléides               | Particules alpha                                  | Picocurie/l  | 15              |
|                              | Particules bêta                                   | Millirems/an | 4               |
|                              | Tritium                                           | Bequerel/l   | 100             |
|                              | Uranium                                           | µg/l         | 15              |
|                              | Dose totale indicative (DTI)                      | (mSv/an)     | 0,1             |
| Paramètres microbiologiques  | Escherichia Coli                                  | n/100ml      | 0               |
|                              | Entérocoques                                      | n/100ml      | 0               |
|                              | Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores | n/20ml       | 0               |

Tableau 2 : PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES

| GROUPES DE PARAMETRES                                                         | PARAMETRES                      | UNITES                    | VALEURS INDICATIVES |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------|
| Paramètres organoleptiques                                                    | Couleur                         | mg/l Platine              | 15                  |
|                                                                               | Turbidité                       | NTU                       | 5                   |
|                                                                               | Odeur à 12°C                    | Taux dilution             | 4                   |
|                                                                               | Saveur à 25°C                   | Taux dilution             | 4                   |
| Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux | Alcalinité                      | mg/l en CaCO <sub>3</sub> | 500                 |
|                                                                               | Calcium                         | mg/l en CaCO <sub>3</sub> | 200                 |
|                                                                               | Chlorures                       | mg/l                      | 500                 |
|                                                                               | Concentration en ions hydrogène | Unité pH                  | ≥ 6,5 et ≤ 9        |
|                                                                               | Conductivité à 20°C             | µS/cm                     | 2800                |
|                                                                               | Dureté                          | mg/l en CaCO <sub>3</sub> | 200                 |
|                                                                               | Potassium                       | mg/l                      | 12                  |
|                                                                               | Résidu sec                      | mg/l                      | 1500                |
|                                                                               | Sodium                          | mg/l                      | 200                 |
|                                                                               | Sulfates                        | mg/l                      | 400                 |
| Température                                                                   | °C                              | 25                        |                     |

# Annexe

## Normes de l'OMS de qualité des eaux potables(2006) :

Les normes de qualité présentées dans les tableaux suivants font référence aux notions de "substances dont la présence dans l'eau revêt une importance sanitaire" et "substances et paramètres pouvant donner lieu à des plaintes des utilisateurs" issues de L'OMS. (French ACF.Opcit.)

**Tableau N°01: Paramètres avec valeurs indicatives (Normes de l'OMS 2006) (Lenntech)**

| GROUPE DE PARAMETRE        | Paramètres    | Unités                          | Valeurs indicatives                                  |
|----------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|
| Paramètres physiques       | PH            |                                 | Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5 |
|                            | Conductivité  |                                 | pas de norme                                         |
|                            | Température   |                                 | acceptable                                           |
|                            | Turbidité     | NTU (1NTU pour la désinfection) | 5                                                    |
| Paramètres organoleptiques | Couleur       |                                 | Pas de valeur guide                                  |
|                            | Goût et odeur |                                 | acceptables                                          |

**Tableau N°02 : Paramètres avec valeurs limites (Normes de l'OMS 2006) (Lenntech)**

| Groupe de paramètre           | Paramètres                                 | Unités | VALEURS LIMITES (CMA ) |
|-------------------------------|--------------------------------------------|--------|------------------------|
| Eléments toxiques             | Arsenic (As)                               | mg/l   | 0.01                   |
|                               | Cadmium(Cd)                                | mg/l   | 0,003                  |
|                               | Chrome Cr <sup>+3</sup> , Cr <sup>+6</sup> | mg/l   | chrome total : 0,05    |
|                               | Cyanure (CN <sup>-</sup> )                 | mg/l   | 0,07                   |
|                               | Mercure (Hg)                               | mg/l   | inorganique : 0,006    |
|                               | Sélénium(Se)                               | mg/l   | 0,01                   |
|                               | Plomb(Pb)                                  | mg/l   | 0,01                   |
|                               | Antimoine(Sb)                              | mg/l   | 0.02                   |
|                               | Fer(Fe)                                    |        | Pas de valeur guide    |
|                               | Manganèse(Mn)                              | mg/l   | 0 ,4                   |
| Eléments indésirables (suite) | Aluminium(Al)                              | mg/l   | 0,2                    |
|                               | Cuivre (Cu <sup>2+</sup> )                 | mg/l   | 2                      |
|                               | Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )   | mg/l   | 0.5                    |
|                               | Argent                                     |        | Pas de valeur guide    |

# Annexe

|                        |                                                                                                                       |      |     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|
|                        | Fluorures                                                                                                             | mg/l | 1,5 |
|                        | Zinc(Zn)                                                                                                              | mg/l | 3   |
|                        | Bore(B)                                                                                                               | mg/l | 0.5 |
|                        | Hydrocarbures aromatiques polynucléaires C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N <sub>1</sub> O <sub>5</sub> P <sub>1 3</sub> | µg/l | 0.1 |
|                        | THM (Trihalométhanes) C Cl <sub>4</sub>                                                                               | µg/l | 4   |
| Minéralisation globale | CalciumCa <sup>2+</sup>                                                                                               | mg/l | 100 |
|                        | Chlorures(Cl)                                                                                                         | mg/l | 250 |
|                        | Magnésium Mg <sup>2+</sup>                                                                                            | mg/l | 50  |
|                        | Dureté mg/l CaCO <sub>3</sub>                                                                                         | ppm  | 200 |
|                        | Sodium (Na)                                                                                                           | mg/l | 20  |
|                        | Potassium ( K <sup>+</sup> )                                                                                          | mg/l | 12  |
|                        | Sulfates (SO <sub>4</sub> )                                                                                           | mg/l | 500 |

## Normes de l'Union européenne (depuis 3 novembre 1998)

**Tableau N°03 : Paramètres avec valeurs indicatives (Normes de l'Union européenne depuis 3 novembre 1998)**

| GROUPE DE PARAMETRE        | Paramètres   | Unités                           | Valeurs indicatives                                            |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Paramètres physiques       | PH           |                                  | ≥ 6.5 et ≤ 9.5                                                 |
|                            | Conductivité | µS/cm à 20°C                     | 2500                                                           |
|                            | Température  | °C                               | 25                                                             |
|                            | Turbidité    | NTU (1 NTU pour la désinfection) | Acceptable pour les consommateurs et pas de changement anormal |
| Paramètres organoleptiques | Couleur      |                                  | Acceptable pour les consommateurs sans couleurs anormales      |
|                            | Goût         |                                  | Acceptable pour les consommateurs et sans goûts particuliers   |
|                            | Odeur        |                                  | Acceptable pour les consommateurs et sans odeurs anormales     |

# Annexe

**Tableau N° 04 : Paramètres avec valeurs limites (Normes de l'Union européenne depuis 3 novembre 1998) (lenntech)**

| Groupe de paramètre          | Paramètres                                                                                                               | Unités | VALEURS LIMITES(CMA)                                   |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------|
| <b>Eléments toxiques</b>     | Arsenic (As)                                                                                                             | mg/l   | 0.01                                                   |
|                              | Cadmium(Cd)                                                                                                              | mg/l   | 0.005                                                  |
|                              | Chrome Cr <sup>+3</sup> , Cr <sup>+6</sup>                                                                               | mg/l   | 0.05                                                   |
|                              | Cyanure (CN <sup>-</sup> )                                                                                               | mg/l   | 0.05                                                   |
|                              | Mercure (Hg)                                                                                                             | mg/l   | 0.001                                                  |
|                              | Sélénium(Se)                                                                                                             | mg/l   | 0.01                                                   |
|                              | Plomb(Pb)                                                                                                                | mg/l   | 0.01                                                   |
|                              | Antimoine(Sb)                                                                                                            | mg/l   | 0.005                                                  |
|                              | Fer(Fe)                                                                                                                  | mg/l   | 0.2                                                    |
|                              | Manganèse(Mn)                                                                                                            | mg/l   | 0.05                                                   |
| <b>Eléments indésirables</b> | Aluminium(Al)                                                                                                            | mg/l   | 0.2                                                    |
|                              | Cuivre (Cu <sup>2+</sup> )                                                                                               | mg/l   | 2.0                                                    |
|                              | Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )                                                                                 | mg/l   | 0,50                                                   |
|                              | Fluorures                                                                                                                | mg/l   | 1.5                                                    |
|                              | Bore(B)                                                                                                                  | mg/l   | 1                                                      |
|                              | Hydrocarbures aromatiques polynucléaires<br>C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N <sub>1</sub> O <sub>5</sub> P <sub>1</sub> 3 | µg/l   | 0.0001                                                 |
|                              | THM (Trihalométhanes) C<br>Cl <sub>4</sub>                                                                               | µg/l   | 0.01                                                   |
|                              | Chlorures(Cl)                                                                                                            | mg/l   | 250                                                    |
|                              | Manganèse Mn                                                                                                             | mg/l   | 0.05                                                   |
|                              | Turbidité                                                                                                                |        | Acceptable pour les consommateurs et pas de changement |
|                              | Sodium (Na)                                                                                                              | mg/l   | 200                                                    |
|                              | Sulfates (SO <sub>4</sub> )                                                                                              | mg/l   | 250                                                    |

# Annexe

Comparaison entre les normes :

**Tableau N° 05: tableau comparatif entre les normes algériennes, françaises, l'OMS et l'Union européenne**

| Groupe de paramètres       | Paramètres    | Normes de l'OMS2006 | Normes françaises 2003               | Normes de l'Union européenne 1998                              | Normes algériennes 2011             |
|----------------------------|---------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Paramètres physiques       | PH            | entre 6.5 et 9.5    | 6,5                                  | $\geq 6.5$ et $\leq 9.5$                                       | $\geq 6.5$ et $\leq 9.5$            |
|                            | Conductivité  | pas de norme        | 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20 °C | 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C                            | 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C |
|                            | Température   | acceptable          | 25 °C                                | 25°C                                                           | 25°C                                |
|                            | Turbidité     | 5 NTU               | 0,5 NTU                              | Acceptable pour les consommateurs et pas de changement anormal | 5 NTU                               |
| Paramètres organoleptiques | Couleur       | Non mentionée       | 15 mg/l de platine                   | Acceptable pour les consommateurs sans couleurs anormales      | 15 mg/l Platine                     |
|                            | Goût (Saveur) | acceptables         | Acceptable                           | Acceptable pour les consommateurs et sans goûts particuliers   | 4 Taux dilution à 25°C              |
|                            | odeur         | Pas de valeur guide | Acceptable                           | Acceptable pour les consommateurs et sans odeurs anormales     | 4 Taux dilution à 12°C              |
|                            | Arsenic (As)  | 0.01 mg/l           | 0,01 mg/l                            | 0.01mg/l                                                       | 0.01 mg/l                           |

## Annexe

|                              |                                               |                                                |                                         |                                                      |                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                              | Cadmium(Cd)                                   | 0,003 mg/l                                     | 0,005 mg/l                              | 0.005 mg/l                                           | 0,003 mg/l                                |
|                              | Chrome Cr <sup>+3</sup> ,<br>Cr <sup>+6</sup> | chrome total :<br>0,05 mg/l                    | 0,05 mg/l                               | 0.05 mg/l                                            | 0,05 mg/l                                 |
|                              | Cyanure(CN)                                   | 0,07 mg/l                                      | 0,05 mg/l                               | 0.05 mg/l                                            | 0,07 mg/l                                 |
|                              | Mercure (Hg)                                  | 0,006 mg/l<br>inorganique                      | Non<br>mentionées                       | 0.001 mg/l                                           | 0,006 mg/l                                |
|                              | Sélénium(Se)                                  | 0,01 mg/l                                      | Non<br>mentionées                       | 0.01 mg/l                                            | 0,01 mg/l                                 |
|                              | <b>Paramètres</b>                             | <b>Suite (Normes<br/>de l'OMS)</b>             | <b>Suite<br/>(Normes<br/>française)</b> | <b>Suite<br/>(Normes<br/>l'Union<br/>européenne)</b> | <b>Suite<br/>(Normes<br/>algériennes)</b> |
|                              | Plomb(Pb)                                     | 0,01 mg/l                                      | 0,025 mg/l                              | 0.01 mg/l                                            | 0,01 mg/l                                 |
|                              | Antimoine(Sb)                                 | 0.02 mg/l                                      | 0.005 mg/l                              | 0.005 mg/l                                           | 0,02 mg/l                                 |
|                              | Fer(Fe)                                       | Pas de valeur<br>guide                         | 0,2 mg/l                                | 0.2 mg/l                                             | 0,3 mg/l                                  |
|                              | Manganèse (Mn)                                | 0 ,4 mg/l                                      | 0,05 mg/l                               | 0.05 mg/l                                            | 0,05 mg/l                                 |
| <b>Eléments indésirables</b> | Aluminium (Al)                                | 0,2 mg/l                                       | 0,2 mg/l                                | 0.2 mg/l                                             | 0,2mg/l                                   |
|                              | Cuivre (Cu <sup>2+</sup> )                    | 2 mg/l                                         | 2 mg/l                                  | 2.0 mg/l                                             | 2mg/l                                     |
|                              | Ammonium<br>(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )   | 0.5 mg/l                                       | 0,1 mg/l                                | 0,50 mg/l                                            | 0.5 mg/l                                  |
|                              | Argent                                        | 0.05 mg/l                                      | Non<br>mentionées                       | Non<br>mentionées                                    | 0,1 mg/l                                  |
|                              | Fluorures                                     | 1,5 mg/l                                       | 1,5 mg/l                                | 1.5 mg/l                                             | 1,5 mg/l                                  |
|                              | Les nitrates                                  | 50 et 3 mg/l<br>(exposition à<br>court terme). | 50 mg<br>maximum<br>par litre           | 50 mg/l                                              | 50mg/l                                    |
|                              | nitrites                                      | 0.2 mg/l<br>(exposition à<br>long terme)       | 0,1 mg/L<br>(Salendres.J)               | 0.50 mg/l                                            | 0,2mg/l                                   |
|                              | Nitrates                                      | 50 mg/l                                        | 50 mg/l                                 | 50mg/l                                               | 50mg/l                                    |
|                              | Zinc(Zn)                                      | 3 mg/l                                         | Non<br>mentionées                       | 5 mg/l                                               | 5 mg/l                                    |
|                              | Bore(B)                                       | 0.5 mg/l                                       | 1 mg/l                                  | 1 mg/l                                               | 1 mg/l                                    |
|                              | Pesticides                                    | Non mentionées                                 | 0,0005<br>mg/l                          | 0.0001 mg/l                                          | 0.0001 mg/l                               |

# Annexe

|                             |                                                                                                                       |                |                |                |                |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                             | Hydrocarbures aromatiques polynucléaires C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N <sub>1</sub> O <sub>5</sub> P <sub>1 3</sub> | 0,0001 mg/l    | 0,0001 mg/l    | 0.0001 mg/l    | 0,0002 mg/l    |
|                             | THM (Trihalo-méthane)CCl <sub>4</sub>                                                                                 | 0 ,004 mg/l    | 0 ,15 mg/l     | 0.00001 mg/l   | 0,1 mg/l       |
| Minéralisation globale      | CalciumCa <sup>2+</sup>                                                                                               | 100 mg/l       | Non mentionées | Non mentionées | 200 mg/l       |
|                             | Chlorures(Cl)                                                                                                         | 250 mg/l       | 0,0005 mg/l    | 250 mg/l       | 500 mg/l       |
|                             | Magnésium Mg <sup>2+</sup>                                                                                            | 50 mg/l        | Non mentionées | Non mentionées | Non mentionées |
|                             | Dureté mg/l CaCO <sub>3</sub>                                                                                         | 200 ppm        | Non mentionées | Non mentionées | 200 mg/l       |
|                             | Sodium (Na)                                                                                                           | 20 mg/l        | 200 mg/l       | 200 mg/l       | 200 mg/l       |
|                             | Potassium (K <sup>+</sup> )                                                                                           | 12 mg/l        | Non mentionées | Non mentionées | 12 mg/l        |
|                             | Sulfates (SO <sub>4</sub> )                                                                                           | 500 mg/l       | 250 mg/l       | 250 mg/l       | 400 mg/l       |
| Paramètres microbiologiques | Coliformes totaux et fécaux                                                                                           | 0 nb/100ml     | Non mentionées | Non mentionées | Non mentionées |
|                             | Streptocoques fécaux                                                                                                  | 0 nb/100ml     | Non mentionées | Non mentionées | Non mentionées |
|                             | Clostridium Sulfito-Réducteurs                                                                                        | 0 nb/100ml     | Non mentionées | Non mentionées | Non mentionées |
|                             | Staphylocoques pathogènes                                                                                             | 0 nb/100ml     | Non mentionées | Non mentionées | Non mentionées |
|                             | Spores des bactéries                                                                                                  | 0nb/20ml       | Non mentionées | Non mentionées | Non mentionées |
|                             | Bactéries sulfitoréductrices et spores                                                                                | Non mentionées | 0 nb /100 ml   | 0 nb /100 ml   | 0 nb/20ml      |
|                             | Escherichia coli et entérocoques                                                                                      | Non mentionées | 0 nb /100 ml   | 0 nb/250 ml    | 0 nb /100ml    |
|                             | Pseudomonas aeruginosa                                                                                                | Non mentionées | Non mentionées | 0nb/250 ml     | Non mentionées |
|                             | Enterococci                                                                                                           | Non mentionées | Non mentionées | 0nb/250 ml     | Non mentionées |

## ملخص

تعتبر سبخة الزعفران بولاية الجلفة من المناطق القارية الرطبة بولاية الجلفة أين مكنت كبر مساحتها من إنشاء بيئة قارية متنوعة أين يلاحظ تأثر التنوع البيولوجي والغطاء النباتي في تلك المنطقة بكمية المياه الموجودة من خلال ذلك تم دراسة والتعرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأهم العناصر المكونة لماء السبخة وتأثيرها على المستوي المحلي صحيا وبيئيا

**كلمات مفتاحية :** سبخة. زعفران. ملوحة. المعايير الفيزيو-كيميائية. كلور. كالسيوم. الكبريت

## Résumé

Sebka de zaafrane dans le Wilaya de Djelfa est considérée comme l'une des zones continentales humides du Wilaya de Djelfa, où sa grande superficie a permis la création d'un environnement continental diversifié. On remarque aussi que l'eau de cette sebka a un effet sur l'environnement local et la végétation de ce point cette étude a pour but de voir les valeurs physico-chimiques des éléments essentiel qui compose cette eau et leur effet sur la région.

**Mots-clés :** sebka. Zaafrane. Salinité, paramètres physico-chimiques, chlorure, calcium, sulfate

## Summary

Sebka de Zaâfrane in the Wilaya of Djelfa is considered one of the humid continental zones of the Wilaya of Djelfa, where its large area has allowed the creation of a diverse continental environment. We also note that the water of this sebka has an effect on the local environment and the vegetation of this point this study aims to see the physicochemical values of the essential elements that make up this water and their effect on the region

**Keywords:** Sebka. Zaâfrane. Salinity, physico-chemical parameters, chloride, calcium, sulfur